

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO**

**AVALIAÇÃO DE PATOLOGIAS EM CONJUNTOS HABITACIONAIS
DE BAURU, COM ENFOQUE EM ANOMALIAS DE FUNDAÇÕES E
DE COBERTURAS.**

Érico Cristiano Vidal

**Campinas
2012**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO**

**AVALIAÇÃO DE PATOLOGIAS EM CONJUNTOS HABITACIONAIS
DE BAURU, COM ENFOQUE EM ANOMALIAS DE FUNDAÇÕES E
DE COBERTURAS.**

Érico Cristiano Vidal

Orientador: Prof. Dr. David de Carvalho

Dissertação de Mestrado apresentada à Comissão de pós-graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração de geotecnia.

**ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA
DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO ÉRICO CRISTIANO
VIDAL E ORIENTADO PELO PROF. DR. DAVID DE CARVALHO.**

ASSINATURA DO ORIENTADOR

**Campinas
2012**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

V667a Vidal, Érico Cristiano
Avaliação de patologias em conjuntos habitacionais de bauru, com enfoque em anomalias de fundações e de coberturas / Érico Cristiano Vidal. --Campinas, SP: [s.n.], 2012.

Orientador: David de Carvalho.

Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

1. Fundações. 2. Patologia de construção. 3. Recalque de estruturas. 4. Habitação. I. Carvalho, David de, 1955-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Título em Inglês: Evaluation of pathologies in housing complexes of bauru, with focus on foundations and roofs anomalies

Palavras-chave em Inglês: Foundations, Pathologies of buildings, Repression of structures, Housing

Área de concentração: Geotecnia

Titulação: Mestre em Engenharia Civil

Banca examinadora: David de Carvalho, Cláudio Vidrih Ferreira, Antonio Anderson da Silva Segantini

Data da defesa: 28-11-2012

Programa de Pós Graduação: Engenharia Civil

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO**

**AVALIAÇÃO DE PATOLOGIAS EM CONJUNTOS HABITACIONAIS
DE BAURU, COM ENFOQUE EM ANOMALIAS DE FUNDAÇÕES E
DE COBERTURAS**

Érico Cristiano Vidal

Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:



**Prof. Dr. David de Carvalho
Presidente e Orientador/ Universidade Estadual de Campinas**



**Prof. Dr. Cláudio Vidrih Ferreira
Universidade Júlio de Mesquita Filho - UNESP**



**Prof. Dr. Antonio Anderson da Silva Segantini
Universidade Júlio de Mesquita Filho - UNESP**

Campinas, 28 de novembro de 2012

Dedicatória

*A Deus, leal companheiro, que me deu vida e
forças para concluir este trabalho.
Aos meus pais, Gilson e Mara, pelo apoio incondicional
em todos os momentos.
Às minhas irmãs Elaine, Priscila, Amanda
e cunhados Moisés e Rafael,
que fazem parte da minha caminhada
e a tornam menos árdua.
À minha querida Maximeire, que tanto me
cuida e suporta.*

Agradecimentos

À Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, pela oportunidade oferecida, contribuindo para o meu desenvolvimento pessoal.

Ao Prof. Dr. David de Carvalho, pela orientação, disponibilidade, clareza e objetividade de ideias.

Ao Prof. Dr. Cláudio Vidrih Ferreira, pela enorme colaboração, confiança e paciência, tornando possível este trabalho.

Ao Prof. Dr. Paulo José Rocha de Albuquerque, que muito me auxiliou com os assuntos burocráticos da pós-graduação.

Ao Prof. Dr. Ademar da Silva Lobo, pela contribuição intelectual.

Ao Prof. Dr. Antonio Anderson da Silva Segantini, pela gentileza em participar da Banca Examinadora e contribuições.

Ao Prof. Dr. Antonio Ludovico Beraldo, pela colaboração e presteza.

À CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, pelo incentivo oferecido, promovendo a capacitação de seu corpo técnico.

*... faz forte ao cansado, e multiplica as forças ao que não tem nenhum vigor.
Os jovens se cansam e se fatigam, e os moços de exaustos caem,
mas os que esperam no Senhor renovam as suas forças,
sobem com asas como águias, correm e não se cansam,
caminham e não se fatigam...*

Is 40:29 a 31

Sumário

Lista de Figuras.....	xi
Lista de Tabelas.....	xiv
Lista de Abreviaturas e Símbolos.....	xvi
Resumo.....	xvii
Abstract.....	xviii
1. Introdução.....	01
2. Patologias das Construções.....	03
2.1 Conceito de Patologia.....	03
2.2 Patologia das Fundações.....	09
2.2.1 Investigação do Subsolo.....	12
2.2.2 Colapsibilidade.....	15
2.2.3 Deterioração da Fundação.....	20
2.2.4 NBR 15575-1 (2008).....	21
2.3 Fissuras.....	22
3. Materiais e Métodos.....	35
4. Estudo dos Conjuntos Habitacionais.....	37
4.1 Levantamento de Casas-tipo.....	37
4.2 Elaboração de Planilhas.....	44
4.3 Memorial Descritivo.....	47
4.4 Caracterização dos Conjuntos Habitacionais.....	52
4.4.1 Conjunto Habitacional “A”, Bauru – SP.....	52
4.4.2 Conjunto Habitacional “B”, Bauru – SP.....	55
4.4.3 Conjunto Habitacional “C”, Bauru – SP.....	57
4.4.4 Conjunto Habitacional “D”, “E”, “F” e “G”, Macatuba – SP.....	58
4.4.5 Núcleo Habitacional “H”, São Manuel - SP.....	62
4.4.6 Núcleo Habitacional “T”, Areiópolis – SP.....	64
4.4.7 Conjunto Habitacional “J”, Barra Bonita – SP.....	66

4.4.8 Núcleo Habitacional “K”, Agudos –SP.....	66
4.4.9 Núcleo Habitacional “L”, Agudos – SP.....	68
5. Levantamento de Patologias.....	70
5.1 Investigação das Fundações.....	70
5.2 Investigação das Coberturas.....	73
5.3 Investigação da Alvenaria.....	74
5.4 Principais Patologias.....	75
6. Análise das Causas das Principais Patologias.....	89
6.1 Fundações.....	89
6.1.1 Caracterização Geotécnica do Solo Típico da Região de Bauru – SP.....	89
6.1.2 Análise das Patologias em Fundações.....	93
6.2 Coberturas.....	96
7. Conclusões e Recomendações.....	99
8. Referências Bibliográficas.....	101
Anexo A – Resumo das Características dos Imóveis.....	103

Lista de Figuras

Figura 2.1	Fluxograma para diagnóstico de patologias.....	08
Figura 2.2	Gráfico de origens e causas de patologias de fundação.....	09
Figura 2.3	Estrutura de argilominerais.....	18
Figura 2.4	Fissuras típicas causadas por recalque de fundações de pilares internos.....	23
Figura 2.5	Esquematização das fissuras por recalque de fundação de pilar de canto.....	23
Figura 2.6	Esquematização das fissuras por recalque de fundação de pilar de canto.....	23
Figura 2.7	Deformações côncava, convexa e fissuramento de edificação assente, parte em corte e parte em aterro.....	24
Figura 2.8	Configuração típica de fissura por movimentação térmica.....	27
Figura 2.9	Fissuração vertical devido à expansão por absorção de umidade.....	29
Figura 2.10	Fissura vertical causada por movimentações higroscópicas.....	29
Figura 2.11	Fissuração típica em viga sub-armada solicitada à flexão.....	30
Figura 2.12	Fissuras de cisalhamento em viga solicitada à flexão.....	30
Figura 2.13	Deformação do suporte inferior à deformação da viga superior.....	31
Figura 2.14	Deformação do suporte idêntica à deformação da viga superior.....	31
Figura 2.15	Fissuras causadas por recalques.....	33
Figura 2.16	Fissuras causadas por recalques.....	33
Figura 2.17	Fissuras generalizadas causadas por retração de janelas.....	34
Figura 2.18	Destacamento causado pelo encunhamento precoce da alvenaria.....	34
Figura 4.1	Planta, cortes e fachadas da unidade “T1”.....	38
Figura 4.2	Planta, cortes e fachadas da unidade “T2”.....	39
Figura 4.3	Planta, cortes e fachadas da unidade “T3”.....	40
Figura 4.4	Planta, cortes e fachadas da unidade “T4”.....	41
Figura 4.5	Planta, cortes e fachadas da unidade “T5”.....	42
Figura 4.6	Planta, cortes e fachadas da unidade “T6”.....	43
Figura 4.7	Fotos das fachadas típicas de imóveis com 1, 2, 3 e 4 dormitórios.....	44

Figura 4.8	Vista aérea do Conjunto Habitacional “A”. (fonte: Google Earth).....	54
Figura 4.9	Vista aérea do Núcleo Habitacional “K”	67
Figura 5.1	Vista da vala aberta.....	71
Figura 5.2	Vista de vala aberta, buscando-se determinar a cota de apoio do radier.....	71
Figura 5.3	Vista da espessura do radier utilizado como suporte da edificação, indicando 0,10 m.....	71
Figura 5.4	Vista das fôrmas para execução do radier	72
Figura 5.5	Vista da malha utilizada como armadura	72
Figura 5.6	Vista do radier	72
Figura 5.7	Vista do “alicerce”	73
Figura 5.8	Vista da solução adotada para suporte das paredes.....	73
Figura 5.9	Verificação das deformações no telhado.....	74
Figura 5.10	Observação da estrutura do telhado.....	74
Figura 5.11	Vista de danos no peitoril da janela.....	75
Figura 5.12	Vista da abertura na alvenaria para verificação de existência de contraverga	75
Figura 5.13	Manifestações patológicas em residências do Conj. Hab. “A” – Bauru – SP.....	78
Figura 5.14	Manifestações patológicas em coberturas de residências do Conj. Hab. “A” – Bauru – SP.....	78
Figura 5.15	Manifestações patológicas em residências do Conj. Hab. “B” – Bauru – SP.....	79
Figura 5.16	Manifestações patológicas em coberturas de residências do Conj. Hab. “B” – Bauru – SP.....	79
Figura 5.17	Manifestações patológicas em residências do Conj. Hab. “C” – Bauru – SP.....	80
Figura 5.18	Manifestações patológicas em coberturas de residências do Conj. Hab. “C” – Bauru – SP.....	80
Figura 5.19	Manifestações patológicas em residências do Conj. Hab. “D”, “E”, “F” e “G”, Macatuba – SP.....	81
Figura 5.20	Manifestações patológicas em coberturas de residências do Conj. Hab. “D”, “E”, “F” e “G” – Macatuba – SP.....	81
Figura 5.21	Manifestações patológicas em residências do Núcleo Hab. “H” - São Manuel – SP.....	82
Figura 5.22	Manifestações patológicas em coberturas de residências do Núcleo Hab. “H” - São Manuel – SP.....	82
Figura 5.23	Manifestações patológicas em residências do Núcleo Hab. “T” - Areiópolis – SP.....	83
Figura 5.24	Manifestações patológicas em coberturas de residências Núcleo Hab. “T” - Areiópolis – SP.....	83

Figura 5.25	Manifestações patológicas em residências do Conj. Hab. “J” – Barra Bonita – SP.....	84
Figura 5.26	Manifestações patológicas em coberturas de residências do do Conj. Hab. “J” – Barra Bonita – SP.....	84
Figura 5.27	Manifestações patológicas em residências do Conj. Hab. “K” – Agudos – SP.....	85
Figura 5.28	Manifestações patológicas em coberturas de residências do Conj. Hab. “K” – Agudos – SP.....	85
Figura 5.29	Manifestações patológicas em residências do Conj. Hab. “L” – Agudos – SP.....	86
Figura 5.30	Manifestações patológicas em coberturas de residências do Conj. Hab. “L” – Agudos – SP.....	86
Figura 5.31	Manifestações patológicas em residências de todos os conjuntos habitacionais pesquisados	87
Figura 5.32	Manifestações patológicas em coberturas de residências de todos os conjuntos habitacionais pesquisados.....	87
Figura 5.33	Unidades habitacionais da cidade de Bauru que sofreram modificações após entrega aos usuários.....	88
Figura 6.1	Perfil geotécnico do solo típico da região de Bauru.....	91
Figura 6.2	Varição do SPT médio com a profundidade, representativo do solo da região de Bauru.....	91
Figura 6.3	Resultado da prova de carga em terreno natural.....	92
Figura 6.4	Resultado da prova de carga em terreno natural inundado.....	92
Figura 6.5	Vista de fissuras provenientes de recalques de fundação.....	94
Figura 6.6	Vista da criação de patamares em uma área de topografia acidentada.....	95
Figura 6.7	Vista da criação de patamares em uma área de topografia acidentada.....	96
Figura 6.8	Vista da solução adotada na construção da cobertura.....	98
Figura 6.9	Vista dos caibros fletidos e inexistência de terças intermediárias.....	98
Figura 6.10	Vista do telhado deformado.....	98
Figura 6.11	Vista do beiral deteriorado.....	98

Lista de Tabelas

Tabela 2.1	Resumo das anomalias, causas, efeitos e consequências.....	06
Tabela 2.2	Resumo dos principais problemas de fundações.....	11
Tabela 2.3	Problemas típicos decorrentes de ausência de investigação para os diferentes tipos de fundações (MILITITSKY et al., 2005).....	12
Tabela 2.4	Classificação das fissuras.....	25
Tabela 4.1	Características das edificações-tipo.....	37
Tabela 4.2	Planilha de vistoria.....	45
Tabela 4.3	Planilha de vistoria da estrutura de madeira.....	46
Tabela 4.4	Distribuição das áreas no Conjunto Habitacional “A”.....	53
Tabela 4.5	Distribuição das áreas no Conjunto Habitacional “B”.....	56
Tabela 4.6	Distribuição das áreas no Conjunto Habitacional “C”.....	57
Tabela 4.7	Distribuição das áreas no Núcleo Habitacional “D”.....	59
Tabela 4.8	Distribuição das áreas no Núcleo Habitacional “E”.....	60
Tabela 4.9	Distribuição das áreas no Núcleo Habitacional “F”.....	60
Tabela 4.10	Distribuição das áreas no Núcleo Habitacional “G”.....	61
Tabela 4.11	Distribuição das áreas no Núcleo Habitacional “H”.....	63
Tabela 4.12	Distribuição das áreas no Núcleo Habitacional “I” (1ª etapa).....	65
Tabela 4.13	Distribuição das áreas no Núcleo Habitacional “I” (2ª etapa).....	65
Tabela 4.14	Distribuição das áreas no Núcleo Habitacional “K”.....	67
Tabela 4.15	Distribuição das áreas no Núcleo Habitacional “L”.....	68
Tabela 5.1	Síntese da quantidade de unidades construídas e estudadas.....	75
Tabela 5.2	Resumo das patologias existentes nos imóveis.....	76
Tabela 5.3	Resumo das patologias existentes nos imóveis.....	77
Tabela 6.1	Valores médios dos parâmetros geotécnicos do solo típico da região de Bauru.....	90
Tabela 1	Resumo das características dos imóveis do Conjunto Habitacional “A”.....	103
Tabela 2	Resumo das características dos imóveis do Conjunto Habitacional “B”.....	104

Tabela 3	Resumo das características dos imóveis do Conjunto Habitacional “C”	104
Tabela 4	Resumo das características dos imóveis do Conjunto Habitacional “D”, “E”, “F” e “G”	105
Tabela 5	Resumo das características dos imóveis do Núcleo Residencial “H”	105
Tabela 6	Resumo das características dos imóveis do Núcleo Residencial “I”	105
Tabela 7	Resumo das características dos imóveis do Conjunto Residencial “J”	106
Tabela 8	Resumo das características dos imóveis do Conjunto Habitacional “K”	106
Tabela 9	Resumo das características dos imóveis do Conjunto Habitacional “L”	106

Lista de Abreviaturas e Símbolos

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

BNH: Banco Nacional de Habitação

CDH: Companhia de Desenvolvimento Habitacional do Estado de São Paulo

CDHU: Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo

CECAP: Caixa Estadual de Casas para o Povo; Companhia Estadual de Casas Populares

CODESPAULO: Companhia de Desenvolvimento de São Paulo

COHAB-Bauru: Companhia de Habitação Popular de Bauru

CONESP: Companhia de Construções Escolares

CREA-SP: Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Estado de São Paulo

FTR: Fissuras, Trincas e Rachaduras

IBAPE-SP: Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia de São Paulo

ICMS: Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços

N_{SPT}: N-Standard Penetration Test

SFH: Sistema Financeiro de Habitação

Sinduscon-SP: Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo

Resumo

VIDAL, ÉRICO C. Avaliação de patologias em Conjuntos Habitacionais de Bauru, com enfoque em anomalias de fundações e de coberturas. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil – UNICAMP, 2012, 107 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, 2012.

A habitação popular sempre se destacou como uma das principais prioridades dos programas de governo, entretanto, quase sempre sua construção foi mais voltada ao número de unidades do que ao atendimento às normas e às boas técnicas de engenharia. Os resultados, em inúmeros casos, são imóveis com elevada incidência de patologias, comprometidos em suas condições de segurança e habitabilidade. Tais observações motivaram o presente estudo, cujo objetivo é identificar a origem e a extensão de patologias das construções, em particular, o mau desempenho de coberturas e de fundações, confrontando o comportamento dos elementos de transmissão de carga ao solo ao tipo adotado e ao efeito de colapso do solo. Dessa forma, norteados pelo prévio conhecimento da incidência de alguma patologia e da existência de documentos para subsídio de ações judiciais de indenização securitária, estudou-se, de um total de 9.363 unidades habitacionais, 589 imóveis existentes em 13 Conjuntos Habitacionais de Bauru - SP e região. Esse acervo de informações proporcionou ferramentas para apresentar um panorama geral da ocorrência de patologias e as causas que deram origem aos danos, em especial aos recalques de fundação e deformações na estrutura das coberturas que, conforme resultados, chegam a atingir 66,9% e 97,8% do total dos imóveis pesquisados, respectivamente. Como solução, sugeriu-se a compactação adequada do solo de apoio das fundações, além de outros cuidados práticos visando à redução de incidência de patologias em edificações desse porte. Almeja-se que a análise dos problemas constatados possa contribuir para maior responsabilidade na construção civil, resultando em edificações mais seguras e adequadas à população de média e baixa renda do país.

Palavras-chave: Fundações, Patologia de construção, Recalque de estruturas, Habitação.

Abstract

VIDAL, ÉRICO C. Evaluation of pathologies in Housing Complexes of Bauru, with focus on foundations and roofs anomalies. Campinas: Faculdade de Engenharia Civil – UNICAMP, 2012, 107 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, 2012.

The popular habitation always stood out like one of the main priorities of the government's programs, however, almost of constructions were focused on the quantity of buildings than fulfilling the standards and good techniques of engineering. The results, in most of the cases, are houses with high number of pathologies, jeopardized in safety and livability conditions. These remarks are the motivation for this present study, whose objective is to identify the origin and extension of constructions pathologies, in particular, the bad performance of roofs and foundations, confronting the performance of load transmission elements to the soil to the type adopted and to the collapse effect of the soil. In this way, guided by the prior knowledge of the incidence of housing pathologies and the existence of documents to support lawsuits, have been studied, from a total of 9.363 housing units, 589 buildings existing in 13 Housing Complexes of Bauru – SP and region. This collection of information has provided tools in order to present a general overview over the occurrences of pathologies and the origins that caused such damages, specially the settlements of the foundations and deformations on the roofs structures of the houses, according to results, they can reach 66,9% to 97,8% of the total of the buildings studied, respectively. As a solution it was suggested the adequate soil compaction supporting the foundations, besides others practical cares aiming to reduce the incidence of pathologies in edifications of this size. It is expected that the analyses of the listed problems can contribute for higher responsibility in civil constructions, resulting in safety and appropriated buildings to medium and low-income population of the country.

Key-words: Foundations, Pathologies of buildings, Repression of structures, Housing.

1. Introdução.

A habitação popular sempre ocupou posição de destaque no contexto da sociedade, obrigando os governos a injetarem significativos volumes de recursos na construção civil. Os primeiros programas de habitação de baixo custo, surgidos em meados do século 20, quando a expansão do proletariado urbano exigiu sua criação, marcaram o papel do Estado na oferta da habitação para reduzir o déficit habitacional, destacando-se a criação do BNH - Banco Nacional de Habitação.

Neste contexto, o SFH – Sistema Financeiro de Habitação - foi concebido com o principal objetivo de fornecer moradia à população de baixa renda, pois o sonho da casa própria se traduz num dos maiores anseios de qualquer pessoa e é condição básica para a conquista da cidadania, dignidade e auto-estima. A visão do Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo – Sinduscon - encartada no manual do comprador de imóvel na planta, destaca que:

“A aquisição da casa própria é a concretização do maior sonho de quase todos os brasileiros. Será o investimento mais alto que dezenas de milhões de cidadãos farão em suas vidas. A realização deste sonho muitas vezes mobiliza a totalidade das poupanças efetuadas pelas famílias. E gera uma expectativa proporcional ao esforço feito durante anos para tornar a casa própria uma realidade. Tudo isso traz uma grande responsabilidade para a construção civil (SINDUSCON-SP, 2000)”.

Entretanto, de forma geral, o enfoque primordial dos programas de habitação de interesse social sempre esteve voltado ao número de unidades, descuidando-se, algumas vezes, da qualidade e do atendimento às normas e às boas técnicas de engenharia. Em vista disso, a busca da redução do déficit habitacional não reflete a preocupação de oferecer à população de média e baixa renda obras de qualidade suficiente para cumprir as condições mínimas de solidez e segurança ao longo de sua vida útil.

O resultado, em inúmeros casos, são obras construídas em desacordo com as Normas e a inobservância dos memoriais descritivos, dentre outros, que se refletem em danos que se propagam por todo o imóvel, deteriorando-o precocemente e comprometendo suas condições de segurança e habitabilidade.

Esse fato, com frequência, tem sido destaque nos veículos de comunicação e ensejado uma corrida ao Judiciário, em que tramitam inúmeras ações de indenização securitária. O conhecimento do comprometimento prematuro das condições de segurança e habitabilidade de inúmeras unidades de conjuntos habitacionais de Bauru e região motivou a proposta do presente trabalho.

Dessa forma, norteados pelo prévio conhecimento da incidência de alguma patologia e da existência de documentos para subsídio de ações judiciais de indenização securitária, estudou-se, de um total de 9.363 unidades habitacionais, 589 imóveis existentes em 13 Conjuntos Habitacionais de Bauru - SP e região, visando à identificação, à origem e à extensão dos danos existentes.

Devido à importância das patologias observadas, focou-se, neste estudo, primordialmente, os problemas oriundos do mau comportamento de fundações, procurando-se determinar se a solução adotada contribui para a ocorrência de patologias que se propagam pelas edificações e, também, para o mau desempenho de coberturas.

2. Patologias das Construções.

2.1 Conceito de Patologia.

Os primeiros conceitos de patologia das edificações surgiram associados às estruturas de concreto produzidas em canteiro e tiveram foco principalmente na segurança estrutural. Dessa forma, para Helene (1992), os problemas patológicos normalmente são provocados pela ação de agentes agressivos, aos quais a edificação não é capaz de se adaptar de pronto ou no momento oportuno.

Na literatura, várias são as definições de patologia, sendo este termo utilizado em diversas áreas do conhecimento, como na medicina e na engenharia, possuindo uma estreita relação de sentido. No decorrer dos anos, conforme Grandiski (1995), percebeu-se que, da mesma forma que um ser vivo, a “saúde” das edificações dependia não só dos cuidados durante sua “gestação” (fase de projeto), mas também durante seu “crescimento” (fase da construção) e deveriam permanecer durante o “resto da vida” (fase de manutenção), sob pena de adquirir “doenças” (manifestações patológicas). À medida que “envelhecem” (fase de degradação), elas podem passar por enfermidades (processo lento e contínuo de deterioração).

Souza e Ripper (1998) argumentam que conceitos modernos de patologia implicam a consideração, além da segurança estrutural, dos conceitos de qualidade e de sua garantia e das exigências, não apenas do usuário direto, mas também da coletividade na qual se insere.

Os citados autores denominam Patologia das Estruturas o campo da Engenharia das Construções que se ocupa do estudo das origens, formas de manifestações, consequências e mecanismos de ocorrência das falhas de degradação das estruturas, problemas físico-construtivos motivados por falhas nas etapas de concepção, execução ou manutenção.

Para Castro (1999, apud BAUERMANN, 2002), o termo patologia define os problemas que acontecem nos diferentes tipos de edificações e que podem comprometer seu desempenho, não apenas no aspecto de segurança, mas também no que diz respeito à satisfação e aos anseios dos usuários.

Sales (2001, apud BAUERMANN, 2002) afirma que patologia físico-constructiva seria todo problema físico apresentado por uma edificação, seja durante o período de execução ou de pós-ocupação.

De acordo com Almeida (1999a), “as edificações, semelhantemente aos homens, são concebidas, nascem, vivem e cumprem a missão para a qual foram projetadas; algumas morrem em velhice, muitas sucumbem assassinadas pelo progresso que as substitui por edificações que melhor satisfaçam as necessidades atuais, e algumas delas até adoecem”.

Ainda segundo Almeida (1999b), de maneira geral, o termo patologia é utilizado de forma a mencionar e relacionar os problemas e as falhas que ocorrem na fase de concepção, execução e utilização da edificação, gerando diversas causas para o surgimento de anomalias, a seguir descritas:

- **Anomalia Congênita:** Na fase de concepção de um projeto, seja ele arquitetônico, estrutural, elétrico, hidráulico etc., pode-se enfrentar uma doença denominada anomalia congênita, pois nasce ainda na prancheta, decorrente da inobservância de normas técnicas ou de omissões do profissional. A concepção inadequada, seja de arquitetura ou de estrutura, poderá resultar na alta densidade ou deficiência de armadura na peça estrutural, assim como um erro de cálculo responderá pelo aparecimento de maiores tensões que as previstas no concreto. Nos dois casos, pode-se ter um concreto com ninhos de pedra, aparecimento de fissuras, trincas, rachaduras, rupturas localizadas ou até o colapso. Cerca de 40% dos casos de anomalias em edificações são atribuídas à má concepção de projeto.
- **Anomalia Executiva:** Na fase de execução propriamente dita, o emprego de mão-de-obra sem qualificação ou de materiais e de métodos inadequados certamente contribui para a introdução de problemas ou doenças na construção. Os efeitos provocados por estas causas podem ser resumidos em formação de ninhos-de-pedra, retração excessiva do concreto, baixa resistência, normalmente acompanhada de deformações em peças estruturais

de grandes vãos, cobrimentos deficientes etc. As consequências podem atingir grandes proporções, desde concentrações de tensões, rupturas, porosidade e desgaste do concreto até corrosão das armaduras. Cerca de 25% das anomalias em edificações são decorrentes de má execução.

- **Anomalia Acidental:** Este tipo de patologia caracteriza-se como acidental ou uma solicitação anômala. Nas causas desta patologia pode-se enquadrar a ação de ventos com intensidade superior à de norma, terremotos, recalques e incêndios. Seus efeitos na construção são esforços de natureza excepcional, em que os profissionais envolvidos, mesmo obedecendo às recomendações normativas, não preparam a edificação para enfrentar tal situação. Do ponto de vista de consequências, em se tratando de uma edificação de concreto, depara-se com movimentos consideráveis das peças estruturais, lascamento e rupturas localizadas.
- **Anomalia Adquirida:** As patologias adquiridas são aquelas que normalmente aparecem por ocasião da vida útil, em consequência de exposição ao meio em que as edificações se encontram, podendo ser basicamente de vários tipos, fenômeno térmico, deformações diferidas, ataques por agentes agressivos, utilização inadequada etc. (ALMEIDA, 1999b).

A tabela 2.1 resume as anomalias descritas e respectivas causas, efeitos e consequências de deterioração em peças de concreto.

Tabela 2.1 - Resumo das anomalias, causas, efeitos e consequências.

ANOMALIAS OBSERVADAS				
	Congênitas	Construtivas	Acidentais	Adquiridas
Causa	Concepção inadequada	Materiais inadequados	Incêndios Ventos	Fenômenos térmicos
	Erro de projeto	Mão-de-obra e/ou métodos inadequados	Recalques Terremotos	Utilização inadequada
Efeito	Alta densidade ou deficiência de armadura	Cobrimento deficiente Retração excessiva	Esforços de natureza excepcional	Trincas ativas e/ou passivas
	Tensões não previstas	Baixa resistência Deformações		Corrosão do aço do concreto
Consequência	Fissuras, trincas ou rachaduras	Concentração de Tensões	Movimentação da construção	Desagregação do concreto
	Desagregação	Rupturas	Rupturas	Redução da seção do aço
	Ruptura	Porosidade, desgaste do concreto	Lascamento do concreto	Rupturas
	Colapso	Corrosão do aço		Colapso

Fonte: Almeida (1999b, p. 46)

De acordo com Grandiski (1995), o desempenho das edificações costuma diminuir ao longo do tempo, havendo necessidade de manutenções periódicas até se alcançar o nível de desempenho satisfatório, obrigando geralmente a custosas manutenções e restaurações.

Segundo Grandiski (1995), a origem das patologias em edificações pode ser classificada em três grupos:

I. Origem Exógena: Causas com origem fora da obra e provocadas por fatores produzidos por terceiros, tais como:

- Vibrações provocadas por estaqueamento ou máquinas, ou tráfego externo;
- Escavações em obras vizinhas;
- Rebaixamento do lençol freático;
- Influência do bulbo de pressão de fundações diretas de obra de grande porte em construção ao lado;
- Impactos de veículos em alta velocidade;
- Explosões, incêndios, acidentes envolvendo veículos em circulação.

II. Origem Endógena: Causas com origem em fatores inerentes à própria edificação e que podem ser subdivididas em:

- Falhas de projeto;
- Falhas de gerenciamento e execução (não atendimento às normas técnicas, ausência ou precariedade de controle tecnológico, utilização de mão-de-obra desqualificada);
- Falhas de utilização (sobrecargas não previstas no projeto, mudança de uso);
- Deterioração natural de partes da edificação pelo esgotamento da sua vida útil.

III. Origem na Natureza: Causas que podem ser falhas previsíveis ou imprevisíveis, evitáveis ou inevitáveis, entre as quais se destacam:

- Movimentos oscilatórios causados por abalos sísmicos, cravação de estacas, percussão de máquinas industriais;
- Ação dos ventos;
- Inundações provocadas por chuvas ou neve;
- Acomodações das camadas subjacentes ao solo;
- Alteração do nível do lençol freático por estiagem prolongada ou pela progressiva impermeabilização das áreas adjacentes;
- Variações bruscas da temperatura ambiente.

É possível estabelecer um roteiro de diagnóstico e de conduta quando se trata de patologia das edificações, à semelhança da medicina (CREA-SP e IBAPE-SP, 1998). Um fluxograma para o diagnóstico de patologias é apresentado na figura 2.1.

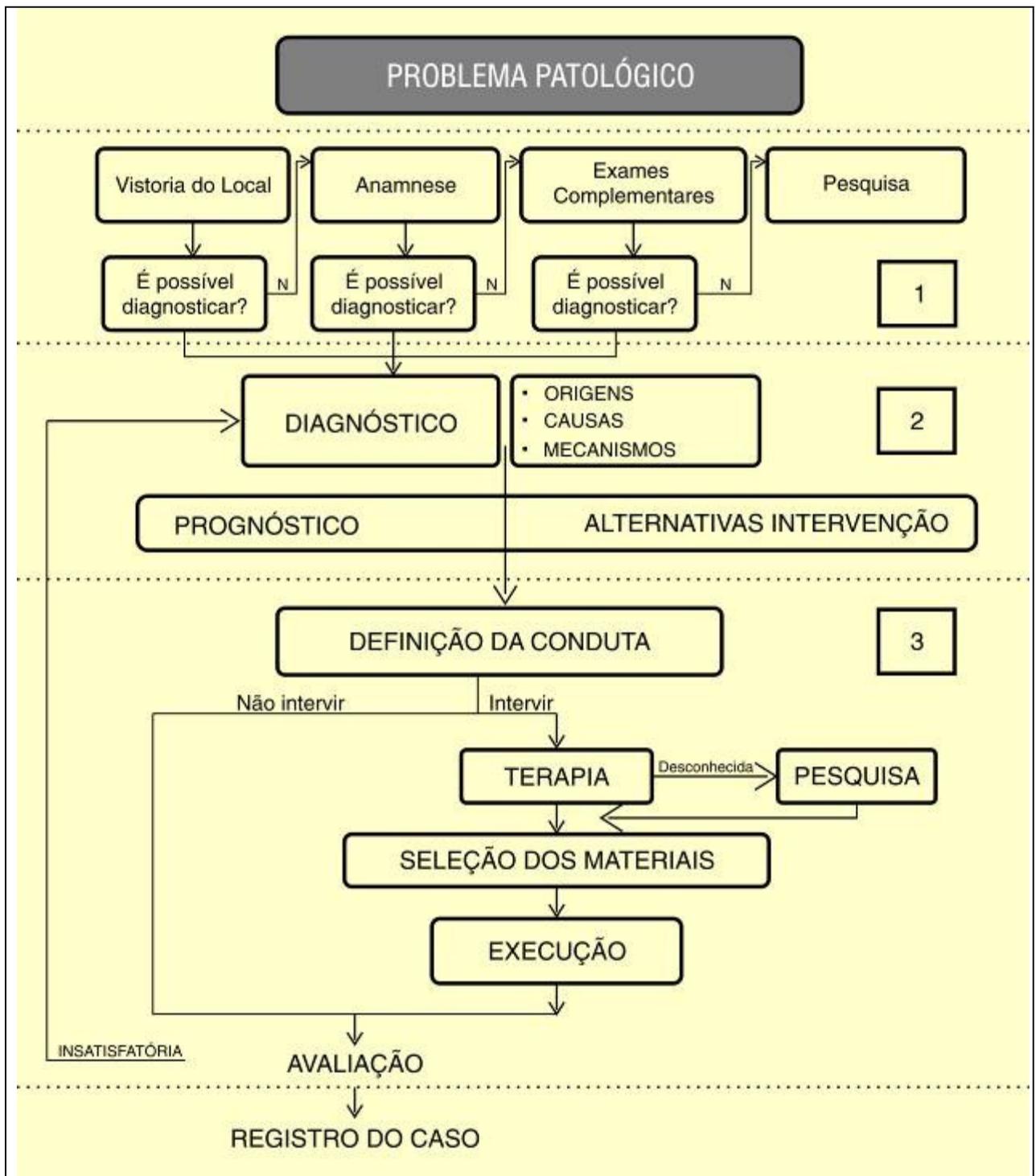


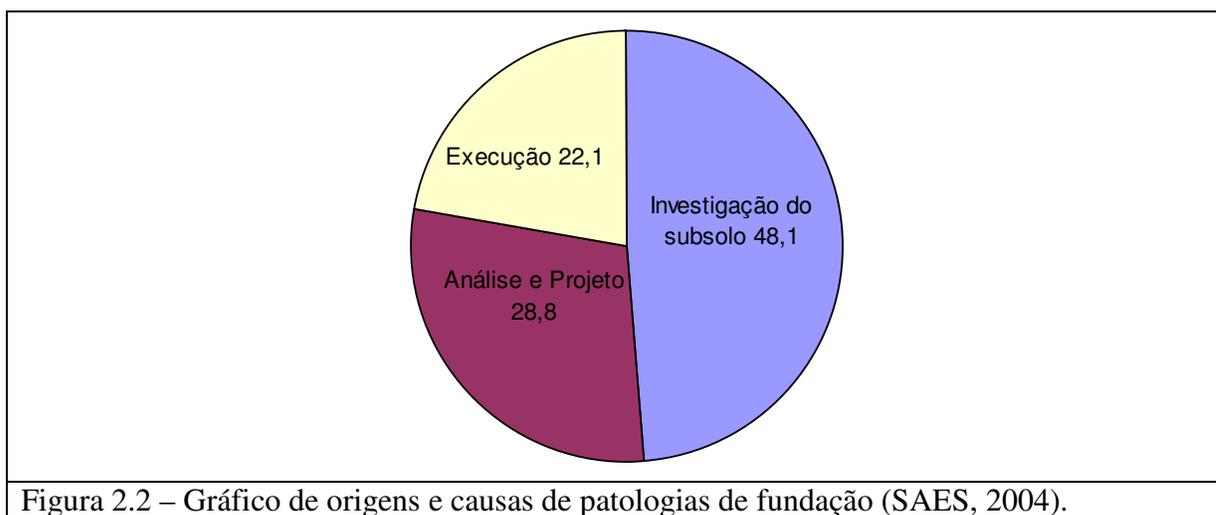
Figura 2.1 – Fluxograma para diagnóstico de patologias (GRANDISKI, 1995).

2.2 Patologia das Fundações.

De acordo com Albiero (1996), patologia das fundações é a atividade da engenharia de fundações que se ocupa do estudo da natureza e das modificações estruturais e/ou funcionais produzidas pelo defeito na fundação. Os defeitos nas fundações provocam recalques que podem ou não comprometer a estrutura da edificação. Se a estrutura apresenta elevada rigidez, é provável que os recalques não provoquem danos estruturais, mas tão somente desaprumos na estrutura. A correção ou o trabalho de reforço geram onerosos custos, devido ao fato de que se torna necessário aplicar elevadas cargas para reposicionar a edificação. Nas estruturas flexíveis ocorrem recalques diferenciais e danos que podem comprometer a estrutura. Para este caso, em geral, não se faz necessário reaprumar a edificação, o que torna o emprego de reforço mais fácil devido à ordem de grandeza das cargas de aplicação não serem tão elevadas.

Segundo Saes (2004), patologia das fundações é o ramo da engenharia que estuda as origens, os sintomas e a natureza do mau desempenho de uma fundação. Para esse autor, a distribuição das origens e das causas dos problemas seria conforme ilustra a figura 2.2.

- Investigação do subsolo: 48,1%
- Análise e Projeto: 28,8%
- Execução: 22,1%



De acordo com Helene et al. (2004), patologia aplicada às fundações significa o estudo dos problemas desses elementos estruturais, decorrentes da dosagem, da produção e do lançamento do concreto. Por se tratarem de estruturas que quase sempre estão enterradas, longe do alcance da visão dos usuários, as fundações não despertam tanto interesse quanto as demais partes da construção. No entanto, por se tratarem de parte fundamental da estrutura das construções, qualquer falha nesses componentes pode resultar em diversos problemas, desde pequenas fissuras em argamassas e alvenarias, até mesmo no colapso parcial ou total da obra. Os problemas patológicos das fundações podem ser classificados segundo a sua origem, relacionados com as etapas de projeto, construção ou uso da obra, conforme descrito a seguir:

- **Problemas devidos às falhas no projeto:** problemas relacionados às falhas no dimensionamento, escolha do tipo de fundação inadequado, falta de conhecimento das características do subsolo, entre outros;
- **Problemas devidos às falhas na execução:** problemas devidos à não obediência das especificações de projeto no que diz respeito às dimensões, localização, cotas, detalhes construtivos, falhas na concretagem, falta de limpeza das fôrmas, problemas devido à presença de água no nível de trabalho, excesso ou falta de energia de cravação, desaprumo e excentricidade, entre outros;
- **Problemas devidos à má qualidade dos materiais utilizados na etapa da execução:** problemas nas especificações dos materiais utilizados, emprego de materiais inadequados ou contaminados;
- **Problemas devidos a fatores externos (etapa de uso):** problemas devidos a variações no teor de umidade do solo, escavações em terrenos vizinhos, vibrações próximas, ataques de agentes agressivo etc.;
- **Problemas devidos à mudança de uso da edificação:** problemas devidos a carregamentos não previstos em projeto, execução de ampliações horizontais sem a previsão de juntas de movimentação etc.

Dentre as origens citadas, pode haver problemas referentes ao concreto em três delas: execução, materiais e fatores externos. Na tabela 2.2, encontra-se o resumo das principais anomalias de fundações referentes ao concreto.

Tabela 2.2 - Resumo dos principais problemas de fundações.

Origem	Riscos potenciais
Etapa de Execução	<p>Má concretagem ou inadequado adensamento do concreto: podem levar à existência de ninhos de concretagem, reduzindo a capacidade portante e provocando recalques, bem como permitindo o ingresso de agentes agressivos;</p> <p>Má dosagem do concreto resultando em um material inadequado: pode resultar em segregação e/ou exsudação do concreto, baixa resistência mecânica, porosidade excessiva;</p> <p>Erro na locação das armaduras, falta de espaçadores: pode resultar em cobrimento inadequado;</p> <p>Falta de rigidez das armaduras: pode resultar na flambagem das armaduras e perda da espessura mínima de cobrimento;</p> <p>Excesso de armaduras e insuficiente trabalhabilidade do concreto: pode resultar na redução da seção do fuste devido a ninhos de concretagem;</p> <p>Procedimento inadequado de concretagem: pode provocar o desmoronamento de parte da escavação que se mistura com o concreto, tornando a fundação menos resistente; o choque do concreto com as armaduras pode provocar segregação;</p> <p>Uso de fôrmas inadequadas, cura inadequada e dosagem inadequada: no caso de estacas pré-moldadas pode resultar em retração e conseqüente fissuração resultando em perda de capacidade portante e/ou facilitando posteriormente o ingresso de agentes agressivos;</p>
Etapa de Execução Materiais	<p>Uso de materiais de baixa qualidade: resulta em concreto com características inadequadas;</p> <p>Uso de areia contaminada: reações expansivas deletérias no concreto (sulfatos) e/ou corrosão das armaduras de fundação (cloretos);</p> <p>Uso de agregados reativos: risco de expansão por reação álcali-agregada;</p> <p>Uso de água contaminada (água do mar, águas salobras): pode prejudicar a pega, o endurecimento e a resistência do concreto, bem como pode provocar a corrosão das armaduras;</p>
Fatores Externos	<p>Ataques por agentes agressivos: expansão provocada por sulfatos e/ou corrosão das armaduras provocadas por cloretos.</p>

Fonte: Helene et al. (2004).

2.2.1 Investigação do Subsolo.

Segundo Milititsky et al. (2005), a falta de investigação do subsolo é a causa mais frequente de problemas de fundações, uma vez que o solo é o meio que vai suportar as cargas. Sua identificação e a caracterização de seu comportamento são essenciais à solução de qualquer problema.

Para os autores, patologias decorrentes de incertezas quanto às condições do subsolo podem ser resultado da simples ausência de investigação, de uma investigação ineficiente ou com falhas ou ainda da má interpretação dos resultados das sondagens.

A seguir, ainda conforme os autores, são elencados alguns motivos de falhas referentes à investigação de subsolo.

a) Ausência de investigação de subsolo:

De acordo com Milititsky et al. (2005), a ausência de investigação de subsolo, típica de obras de pequeno porte, em geral por motivos econômicos, mas também presente em obras de porte médio, é prática inaceitável. A NBR 6122 (2010) e NBR 8036 (1983), aliadas ao bom senso, devem nortear o tipo de programa de investigação, o número mínimo de furos de sondagem e a profundidade de exploração.

Na experiência pessoal dos autores citados, em mais de 80% dos casos de mau desempenho de fundações de obras pequenas e médias, o motivo da adoção de solução inadequada é a ausência completa de investigação. Um resumo dessas ocorrências é apresentado na tabela 2.3.

Tabela 2.3 – Problemas típicos decorrentes de ausência de investigação para os diferentes tipos de fundações (MILITITSKY et al., 2005).

TIPO DE FUNDAÇÃO	PROBLEMAS TÍPICOS DECORRENTES
Fundações diretas	Tensões de contato excessivas, incompatíveis com as reais características do solo, resultando recalques inadmissíveis ou ruptura; Fundações em solos/aterros heterogêneos, provocando recalques diferenciais; Fundações sobre solos compressíveis sem estudos de recalques, resultando grandes deformações; Fundações apoiadas em materiais de comportamento muito diferentes, sem junta, ocasionando o aparecimento de recalques diferenciais;

	Fundações apoiadas em crosta dura sobre solos moles, sem análise de recalques, ocasionando a ruptura ou grandes deslocamentos da fundação.
Fundações profundas	Estacas de tipo inadequado ao subsolo, resultando mau comportamento; Geometria inadequada, comprimento ou diâmetro inferiores aos necessários; Estacas apoiadas em camadas resistentes sobre solos moles, com recalques incompatíveis com a obra; Ocorrência de atrito negativo não previsto, reduzindo a carga admissível nominal adotada para a estaca.

b) Investigação insuficiente:

De acordo com Milititsky et al. (2005), mesmo realizando o programa de investigação, este pode se mostrar inadequado à identificação de aspectos que acabam comprometendo o comportamento da fundação projetada. Segundo os mesmos autores, casos típicos deste grupo são os seguintes:

- I. Número insuficiente de sondagens ou ensaios para áreas extensas ou de subsolos variados, eventualmente cobrindo diferentes unidades geotécnicas (causa comum de problemas em obras correntes, pela extrapolação indevida de informações).
- II. Profundidade de investigação insuficiente, não caracterizando camadas de comportamento distinto, em geral de pior desempenho, também solicitadas pelo carregamento;
- III. Propriedades de comportamento não determinadas por necessitar ensaios especiais (expansibilidade, colapsibilidade etc.);
- IV. Situações com grande variação de propriedades, ocorrência de anomalia ou situação não identificada.

c) Investigação com falhas:

Consoante Milititsky et al. (2005), durante o processo de investigação, poderão ocorrer problemas que comprometem os resultados obtidos e utilizados em projeto.

De acordo com os citados autores, na realização de sondagens são relativamente comuns: os erros na localização da obra (execução feita em local diferente), localização

incompleta, adoção de procedimentos indevidos ou ensaio não padronizado, uso de equipamentos com defeito ou fora da especificação, falta de nivelamento dos furos em relação à referência bem identificada e permanente, má descrição do tipo de solo, entre outros, inclusive procedimentos fraudulentos de geração de resultados ou multiplicação de furos de sondagem (apresentação de relatórios de serviços não realizados).

Ainda, segundo os referidos autores, esse tipo de falha provoca problemas durante a execução das fundações, por causa da diferença entre a estimativa e a realidade observada durante a execução (comprimentos de estacas diferentes do projetado, negas em profundidades diferentes do projeto, presença de rocha em posição não prevista, tipos de solos e espessuras de camadas não descritos nas sondagens, presença ou ausência de água no subsolo etc.). Efeitos desastrosos podem ser observados nos casos em que dados não representativos forem adotados no projeto de fundações. Para evitar esse grupo de problemas, é essencial a contratação de serviços de empresas comprovadamente idôneas e a supervisão nos trabalhos de campo por parte do contratante.

d) Interpretação inadequada dos dados do programa de investigação:

Conforme descrevem Milititsky et al. (2005), os problemas deste grupo originam-se nas falhas de análise e de projeto, em que o projetista necessariamente adota um modelo para descrever o subsolo, com propriedades de comportamento representativo das diversas camadas.

De acordo com os citados autores, a adoção de valores não representativos ou a ausência de identificação de problemas podem provocar desempenho inadequado das fundações. Por exemplo, solos porosos tropicais, com N_{SPT} abaixo de 4, indicam a possibilidade de instabilidade quando saturados; a presença de pedregulhos aumenta os valores de penetração N_{SPT} , sem que o comportamento (resistência ou rigidez) do solo seja equivalentemente aumentado; valores muito baixos em argilas saturadas indicam a possibilidade de ocorrência de atrito negativo em estacas.

e) Casos especiais:

Para Schrefler e Delage (2001, apud MILITITSKY et al., 2005), as dificuldades normalmente associadas ao planejamento de um programa racional de investigações podem ser acrescidas de ocorrências especiais, de difícil identificação. São exemplos dessas ocorrências a

influência da vegetação, presença de solos colapsíveis ou expansivos, materiais cársticos e a presença de matações ou regiões de mineração, que podem resultar em patologias importantes e custos significativos de reparo. Outra possível ocorrência é a de subsidência provocada pela extração de água ou de combustíveis fósseis do subsolo, que constituem casos especiais.

f) Influência da vegetação:

De acordo com Eldridge (1976, apud MILITITSKY et al., 2005), é importante salientar que o efeito da vegetação pode ocorrer por interferência física das raízes, visto que estas extraem água do solo para manter seu crescimento e sua vitalidade, modificando o teor de umidade do solo se comparado com o local onde as raízes não estão presentes. Em solos argilosos, as variações em teor de umidade provocam mudanças volumétricas; conseqüentemente, qualquer fundação localizada na área afetada apresentará movimento e provavelmente ocorrerá patologia da edificação por causa de recalques localizados. Este movimento das fundações pode ser cíclico, em base sazonal, recalque progressivo onde a vegetação estabelece um déficit permanente de umidade, ou expansão progressiva, quando a vegetação é posteriormente removida.

Segundo Milititsky et al. (2005), somam-se a estes efeitos aqueles decorrentes do efeito físico das raízes de árvores em contato com estruturas leves, uma vez que é comum a ocorrência de levantamento de casas, pisos e outras instalações quando há presença de árvores de grande porte, com raízes superficiais abrangendo áreas expressivas.

2.2.2 Colapsibilidade.

De acordo com Milititsky et al. (2005), outro problema de conhecimento restrito dos engenheiros é a ocorrência de solos com comportamento especial, sensíveis a variações no grau de saturação do terreno. Nesta classificação estão os solos colapsíveis, definidos como “materiais que apresentam uma estrutura metaestável, sujeita a rearranjo radical de partículas e grande variação (redução) volumétrica devido à saturação com ou sem carregamento externo adicional”.

Segundo os mencionados autores, os solos porosos superficiais podem ser particularmente colapsíveis, pois têm alta permeabilidade e a água da chuva percorre seus vazios sem saturá-los e, com o aumento do teor de umidade até um valor crítico, estes solos podem perder sua estrutura de microvazios por colapso estrutural.

De acordo com Casagrande (1948, apud VAZ, 1996), os solos são produzidos por apenas dois processos geológicos, dos quais o mais comum é o processo de intemperismo, mediante a desagregação e a decomposição “in situ” da rocha subjacente, dando origem aos, propriamente denominados, solos residuais. O segundo processo de formação dos solos envolve a erosão, o transporte e a deposição de materiais existentes na superfície, em geral os próprios solos residuais, produzindo os chamados solos transportados.

Conforme descreve Joffe (1975, apud VAZ, 1996), esses processos geológicos são universais, diferenciando-se nos climas tropicais pela ação mais pronunciada do intemperismo químico, que se expressa pela grande espessura de solos residuais em contraste com as regiões de climas temperados, onde esses solos são pouco espessos.

De acordo com Melfi (1994), o que caracteriza o meio tropical são as condições de alta temperatura e de alta pluviosidade. A alta temperatura tem um papel essencial na alteração das rochas, pois vai definir as características físico-químicas das soluções de alteração.

Consoante o autor, a evolução da matéria orgânica é de fundamental importância para o intemperismo. Ao contrário do que acontece nas regiões frias e temperadas, onde a lenta evolução da matéria orgânica permite a formação de compostos orgânicos que têm um papel fundamental nas características complexantes e ácidas das soluções de alteração, as altas temperaturas, encontradas nas regiões tropicais, promovem a rápida degradação da matéria orgânica, que é totalmente mineralizada, dando origem à água e ao CO₂.

Assim, ainda segundo o referido autor, as soluções de alteração que ocorrem nos meios tropicais são caracterizadas por uma certa carga em CO₂, que confere a estas soluções características levemente ácidas (pH ~ 5,5 - 6). Este parâmetro é fundamental para a alteração, pelo fato de controlar de forma específica o comportamento dos principais elementos constituintes dos minerais formadores das rochas (alumínio, sílica, ferro, alcalino e alcalino-terrosos).

Conforme Melfi (1994), nestas condições de pH, o alumínio e o ferro são praticamente insolúveis, acumulando-se na forma de óxidos e/ou hidróxidos. Os elementos alcalinos e alcalino-terrosos são totalmente lixiviados enquanto a sílica é também mobilizada, porém com velocidade mais baixa do que os alcalinos, havendo possibilidade, em certas situações, de recombinação de parte desta sílica com o alumínio que permanece “in situ”, gerando argilo-minerais.

Conforme Vaz (1996), os grãos minerais que constituem os solos residuais são o principal material que dá origem aos solos transportados, incluindo blocos de rocha ou fragmentos de minerais mais resistentes. Deste modo, os solos transportados variam em conformidade com o material de origem e as condições de acumulação, porém o meio de transporte é o principal fator de diferenciação.

Conforme o citado autor, independentemente do processo geológico de origem, a porção superficial dos solos fica sujeita aos processos pedogenéticos que promovem adição, perda, transformação e transporte do material do solo.

Segundo descrevem Gutierrez et al. (2004), os processos pedogenéticos são os responsáveis pelas transformações dos constituintes, transferências, permanentes ou temporárias, de matérias sólidas, líquidas e gasosas, levando à evolução e à transformação, ao longo do tempo, das propriedades químicas, físicas e mecânicas dos solos.

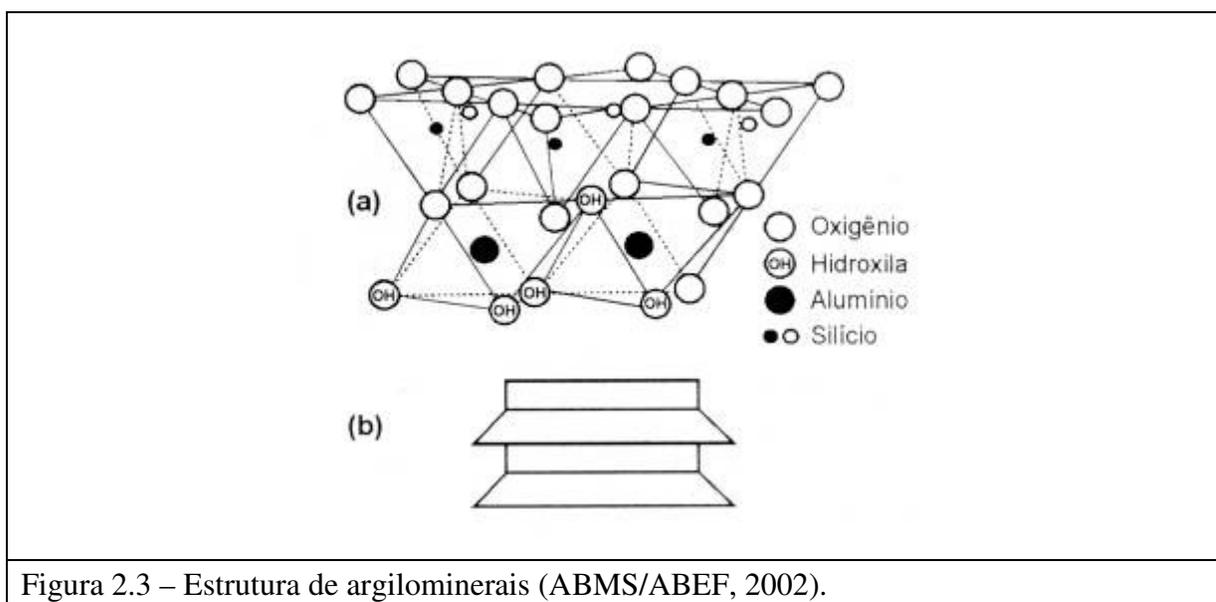
Vaz (1996) afirma que o agente principal dos processos pedogenéticos é a movimentação da água no solo, através da infiltração no período de chuvas e da evaporação nas secas, razão pela qual esses processos são particularmente ativos nas regiões tropicais. A laterização promove a concentração de óxidos de ferro na parte superior dos perfis de solos, que adquirem cor avermelhada típica dessas regiões.

Conforme explica Melfi (1994), nas regiões tropicais, as condições de alta pluviosidade possibilitam a existência de elevados fluxos de soluções. Desta forma, no processo de intemperismo tem-se: (a) alteração dos minerais primários, que se traduz por uma desalcalinização completa, com acumulação integral “in situ” do ferro e do alumínio (acumulação relativa), e (b) ferro livre, que se individualiza, separada e independentemente, dos constituintes argilosos (caulinita).

Assim, continua o autor, a laterização ou ferralitização (denominação utilizada comumente) caracteriza-se por duas grandes paragêneses: (1) paragênese hidróxido de alumínio-oxihidróxidos de ferro, que corresponde à ferralitização ou ultraferralitização e; (2) paragênese caulinita- oxihidróxidos de ferro, característica da ferralitização ou ferralitização caulínica.

Segundo Schellmann (1982, apud MELFI, 1994), a moderna definição de laterita é relativa a acumulações superficiais ou subsuperficiais de produtos provenientes do intenso intemperismo de rochas, desenvolvidos sob condições favoráveis a uma maior mobilidade dos elementos alcalinos, alcalino-terrosos e sílica e imobilização de ferro e alumínio.

De acordo com Gutierrez et al. (2004), o resultado do processo pedogenético leva à formação de solos espessos (> 5,0 m), como é o caso dos Latossolos, que recobrem cerca de 50% do território brasileiro. Ocorrem praticamente em todas as regiões do país, sobre diferentes tipos de rochas. São altamente evoluídos, laterizados, ricos em argilominerais 1:1 e oxi-hidróxidos de ferro e alumínio, com microagregação característica, apresentando condições flagrantes para a manifestação do colapso. Na figura 2.3, conforme ABMS/ABEF (2002), representa-se a estrutura de argilominerais formados por camada tetraédrica e uma octaédrica (estrutura de camada 1:1).



Consoante Gutierrez et al. (2004), os solos colapsíveis caracterizam-se por apresentarem estruturas porosas e baixo grau de saturação, sendo encontrados principalmente nas regiões de clima tropical, onde os processos pedogenéticos e geoquímicos atuam intensamente.

Segundo Lobo et al. (2003a), vasta região territorial a oeste do Estado de São Paulo é coberta por sedimentos cenozóicos e solos residuais, provenientes da decomposição do arenito Bauru. O nível freático é normalmente profundo, não sendo encontrado na maioria das sondagens de simples reconhecimento efetuadas nessa região, resultando em espessas camadas de solo não-saturado.

Consoante os autores, esse solo, com predominância de partículas de areia fina, interligadas por grumos de argila coloidal e óxidos de ferro, apresenta uma coesão temporária ou fictícia, provocada por tensões de sucção. Havendo um aumento no teor de umidade do solo,

ocorre redução nas tensões de sucção e enfraquecimento dos agentes cimentantes, reduzindo, assim, a resistência ao cisalhamento e provocando reduções de volume do solo, quando sob tensão.

Para Lobo et al. (2003a), essa propriedade que, nos últimos anos, tem despertado a atenção de inúmeros pesquisadores, recebe o nome de colapso e, o solo com essa característica, de colapsível. Esse comportamento é típico de clima tropical, no qual ocorre alternância de estações chuvosas e estações de relativa seca, provocando intensa lixiviação dos finos do horizonte superficial.

Ainda conforme os citados autores, a grande espessura de solos colapsíveis, em algumas regiões, chega a se constituir em um grave problema para a estabilidade e a integridade de obras civis, principalmente as de médio e pequeno porte, para as quais soluções mitigadoras se tornam caras e inviáveis, considerando o poder aquisitivo de grande parte da população afetada.

De acordo com Lobo et al. (2003a), vários pesquisadores concluíram, por meio de ensaios de campo e de laboratório, que se trata de solo com características colapsíveis, ocorrendo perdas de capacidade de carga significativas, quando o solo sofre um aumento no teor de umidade, tanto para fundações rasas quanto para estacas curtas. Essa propriedade em solos superficiais foi observada em várias localidades do Estado de São Paulo e em muitos outros estados brasileiros, inclusive, no Paraná.

Conforme os autores, não são raros, na região de Bauru, casos de obras que durante muito tempo apresentaram bom desempenho e que, repentinamente, começaram a apresentar problemas de trincas, de fissuras e de rachaduras, sendo notadamente maiores as ocorrências nos meses de chuvas intensas (de novembro a março).

Agnelli (1992) demonstra uma redução da capacidade de carga com a inundação do solo (placa aplicando diversas tensões ao solo), para placas apoiadas a 1 e 2 m. Pelos dados, constata-se uma redução da ordem de 50% na capacidade de carga de placas.

Lobo (1991) analisa, para o caso de fundações profundas, vários tipos de estacas e diversos comprimentos, chegando a reduções da capacidade de carga de 20% a 40%.

2.2.3 Deterioração da Fundação.

Segundo Albiero (1996), a deterioração das fundações pode ocorrer nas situações em que as águas de esgoto ou residuais muito agressivas entram em contato com os elementos de fundação. Este processo de deterioração pode ocorrer em zonas industriais onde, devido ao processo de industrialização, são produzidos efluentes agressivos ao solo ou ao elemento de fundação. Em certas indústrias chega a ocorrer a presença de águas residuais básicas e ácidas. Nestas situações, as águas ácidas atacam os elementos de concreto (como pisos e, em especial, canaletas) provocando sua fissuração. Na ocorrência de águas residuais básicas, estas penetram pelas trincas de pisos e canaletas, atacando o solo e provocando seu colapso.

De acordo com o mencionado autor, a deterioração do solo pode comprometer tanto fundações diretas quanto fundações profundas. Vários resultados de provas de carga realizadas nestes solos apontam, para o solo inundado, uma redução da capacidade da ordem de 30%.

Ainda segundo o autor, quanto aos elementos estruturais das fundações, como concreto, alvenarias, argamassas e mesmo armadura das peças em concreto armado, eles podem sofrer o ataque de substâncias agressivas a esses elementos, que se encontram presentes no solo ou na água do subsolo. Muitas vezes estes ataques não chegam a comprometer integralmente a estruturas da fundação, mas podem dificultar, por exemplo, trabalhos de reforço de fundações devido à baixa resistência exibida por seus elementos.

A seguir, consoante Albiero (1996), descrevem-se os ataques ao concreto e às alvenarias e argamassas.

Ataque ao concreto: Os elementos de concreto são muito sensíveis à ação dos agentes agressivos do tipo químico que o terreno possa conter ou que acompanham as águas que estão em contato com eles. A agressividade dos sais e dos ácidos corrosivos depende de sua concentração e do contato que mantenham com o concreto das fundações, sendo que o efeito é maior para as águas em movimento do que para as águas que estejam em repouso. Por isto estão mais ameaçadas as partes da estrutura que estejam próximas ao nível freático, para as quais ocorrem alternância de contato com ar e com a água. Se as águas residuais, sejam elas domésticas ou industriais, contêm amoníaco ou sais amoniacais, o perigo para o concreto é maior do que no caso de sais magnésicos. É muito frequente a presença de sais amoniacais em terrenos agrícolas tratados com

adubos químicos. Sais magnésicos e cálcicos podem também estar presentes nos solos em forma de sulfetos e cloretos.

Ataque a alvenarias e argamassas: Frequentemente se encontram alvenarias utilizadas como elementos de transferência de carga para as fundações propriamente ditas ou mesmo como elementos de fundação. Exemplo deste último são as fundações em alvenaria de pedras, argamassadas ou não. Fundações em alvenaria de tijolos também são encontradas em construções mais antigas. As argamassas podem ser de cimento, de cal e mesmo de cimento e cal. Em locais muito úmidos, as argamassas de cal podem deteriorar acentuadamente com a idade. Nestes locais podem ocorrer ataques por sulfatos, sendo que os sulfatos são muitas vezes gerados pela própria alvenaria de tijolos. Há situações em que a argamassa de cimento se deteriora tanto que é facilmente removida pela raspagem entre os tijolos. Nos casos em que se necessita executar reforços de fundações, estas alvenarias não suportam as cargas adicionais geradas pela operação de reforço e se rompem. Nestes casos é necessário proceder um reforço nas alvenarias antes da execução do reforço de fundações.

2.2.4 NBR 15575-1 (2008).

Segundo a NBR 15575-1 (2008), as exigências dos usuários das edificações são expressas pelos seguintes fatores:

<u>- Segurança</u>	<ul style="list-style-type: none">• Segurança estrutural;• Segurança contra o fogo;• Segurança no uso e operação;
<u>- Habitabilidade</u>	<ul style="list-style-type: none">• Estanqueidade;• Desempenho térmico;• Desempenho acústico;• Desempenho lumínico;• Saúde, higiene e qualidade do ar;• Funcionalidade e acessibilidade;• Conforto tátil e antropodinâmico;

- Sustentabilidade

- Durabilidade;
 - Manutenibilidade;
 - Impacto ambiental;
-

Ainda de acordo com a aludida norma, para edifícios ou conjuntos habitacionais com local de implantação definido, os projetos de arquitetura, da estrutura, das fundações, contenções e outras eventuais obras geotécnicas, devem ser desenvolvidos com base nas características do local da obra, avaliando-se convenientemente os riscos de deslizamentos, enchentes, erosões, vibrações transmitidas por vias férreas ou outras fontes, vibrações transmitidas por trabalhos de terraplenagem e compactação do solo, ocorrência de afundamento do solo, presença de crateras em camadas profundas, presença de solos expansíveis ou colapsíveis, presença de camadas profundas deformáveis e outros.

Do ponto de vista da segurança e estabilidade ao longo da vida útil da estrutura, devem ser consideradas as condições de agressividade do solo, do ar e da água na época do projeto, prevendo-se, quando necessário, as proteções pertinentes à estrutura e suas partes (NBR 15575-1, 2008).

2.3 Fissuras.

Dentre os inúmeros problemas patológicos que afetam os edifícios, sejam eles residenciais, comerciais ou institucionais, particularmente importante é o problema das fissuras, devido a três aspectos fundamentais: o aviso de um eventual estado perigoso para a estrutura, o comprometimento do desempenho da obra em serviço (estanqueidade à água, durabilidade, isolamento acústica, etc.), e o constrangimento psicológico que a fissuração de edifício exerce sobre seus usuários (THOMAZ, 1989).

De acordo com Milititsky et al. (2005), a manifestação reconhecível de ocorrência de movimentos das fundações é o aparecimento de fissuras nos elementos estruturais. Toda vez que a resistência dos componentes da edificação ou conexão entre elementos for superada pelas tensões geradas por movimentação, ocorrem fissuras. Nas figuras 2.4 a 2.7 apresentam-se padrões típicos de deslocamentos e correspondentes fissuras.

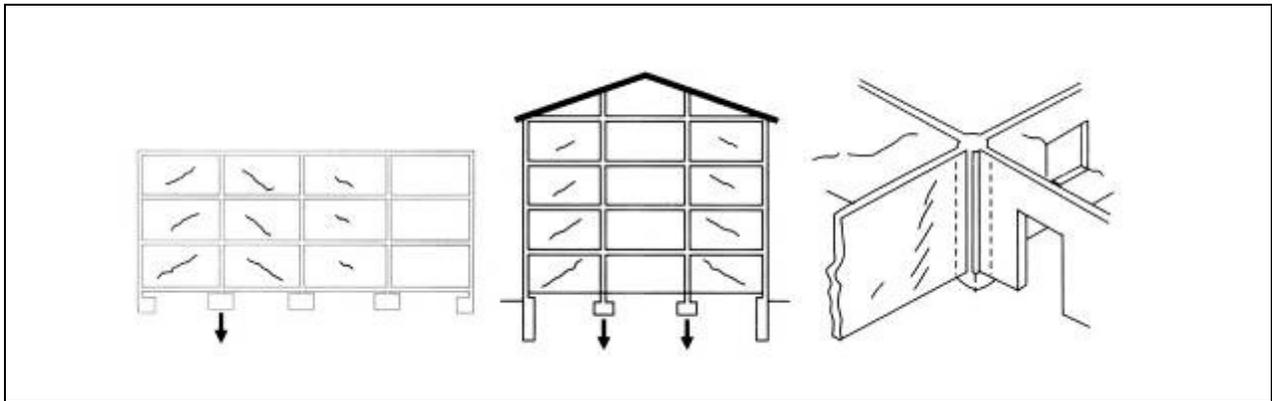


Figura 2.4 – Fissuras típicas causadas por recalque de fundações de pilares internos (MILITITSKY et al., 2005).

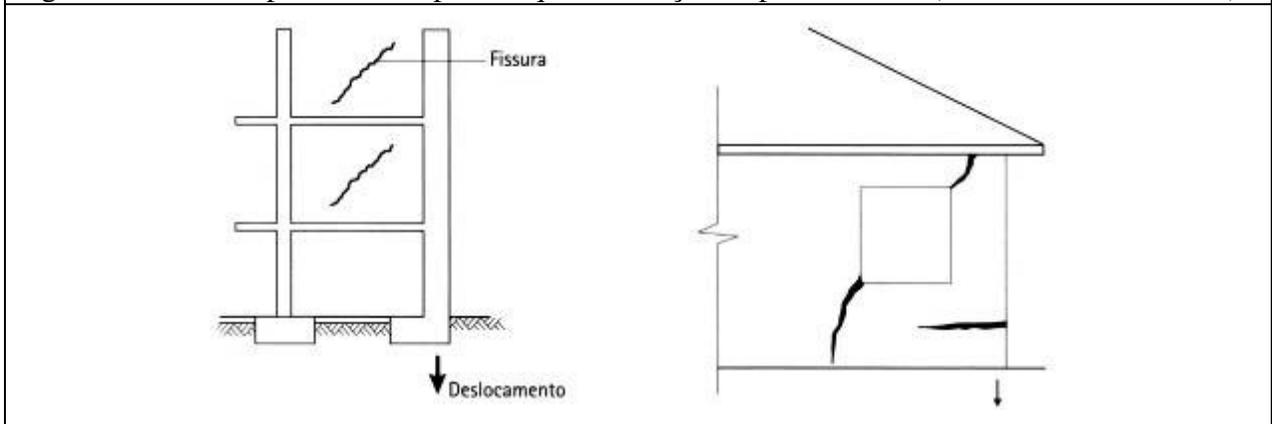


Figura 2.5 – Esquemática das fissuras por recalque de fundação de pilar de canto (MILITITSKY et al., 2005).

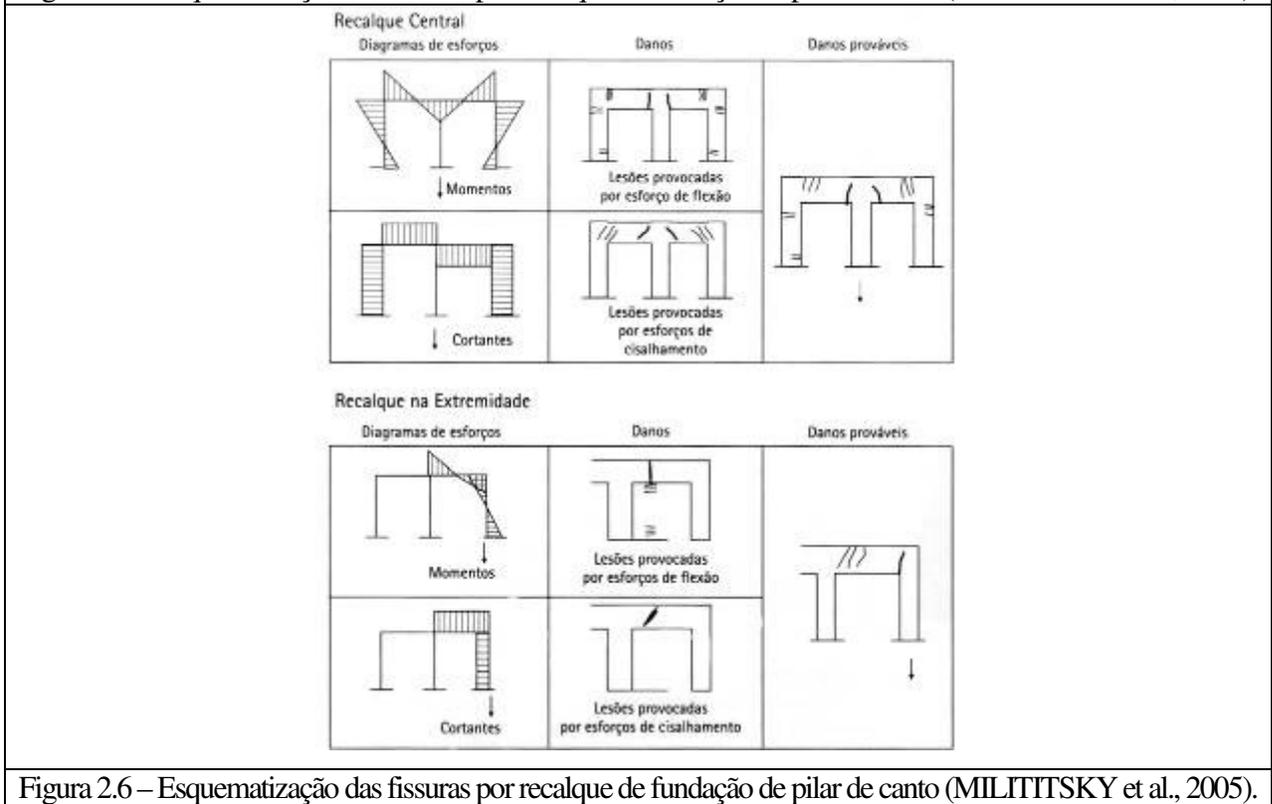


Figura 2.6 – Esquemática das fissuras por recalque de fundação de pilar de canto (MILITITSKY et al., 2005).

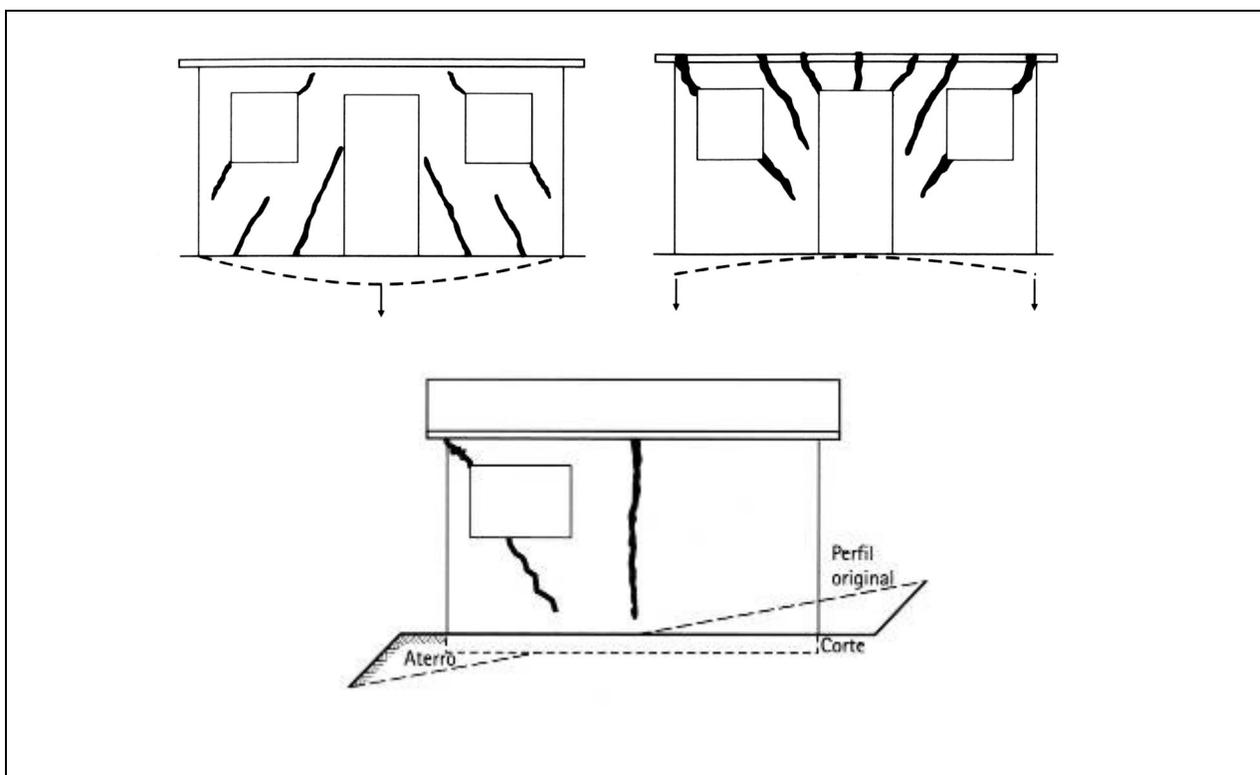


Figura 2.7 – Deformações côncava, convexa e fissuramento de edificação assente, parte em corte e parte em aterro (MILITITSKY et al., 2005).

É importante mencionar, consoante os citados autores, que detalhes construtivos específicos de vinculação dos diferentes elementos que normalmente compõem uma edificação, além de efeitos combinados de movimentos causados por outra origem que não deslocamentos, tornam, nos casos reais, bastante complexa a definição e a identificação dos movimentos a partir apenas da fissuração apresentada. É necessária a realização de acompanhamento ou controle de recalques para identificação precisa do comportamento real das fundações.

Segundo Souza e Ripper (1998), as fissuras podem ser consideradas como a manifestação patológica característica das estruturas de concreto, sendo mesmo o dano de ocorrência mais comum e aquele que, a par das deformações muito acentuadas, mais chama a atenção de leigos, proprietários e usuários, para o fato de que algo de anormal está acontecendo.

Em função de seu tamanho, podem ter diferentes classificações: fissura capilar, trinca, rachadura, fenda e brecha. O IBAPE – Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia - propôs a classificação indicada na tabela 2.4.

Tabela 2.4 – Classificação das Fissuras (IBAPE).

Tipo	Abertura (mm)
Fissura capilar	< 0,2
Fissura	0,2 - 0,5
Trinca	0,5 - 1,5
Rachadura	1,5 – 5,0
Fenda, greta ou frincha	5,0 -10,0
Brecha	> 10,0

De acordo com Thomaz (1989), as fissuras podem começar a surgir, de forma congênita, logo no projeto arquitetônico da construção. Os profissionais ligados ao assunto devem se conscientizar de que muito pode ser feito para minimizar o problema, pelo simples fato de reconhecer que as movimentações dos materiais e componentes das edificações civis são inevitáveis.

Deve-se, sem dúvida, dar importância à estética, à segurança, à higiene, à funcionalidade e ao custo inicial da obra; não se deve esquecer, contudo, que projetar é também levar em conta alguns outros aspectos tais como custos de manutenção e durabilidade da obra, diretamente relacionados com o maior ou menor conhecimento que o projetista tem das propriedades tecnológicas dos materiais de construção a serem empregados.

Ainda segundo o referido autor, a incompatibilidade entre os projetos de arquitetura, a estrutura e as fundações normalmente conduzem a tensões que sobrepõem a resistência dos materiais em seções particularmente desfavoráveis, originando problemas de fissuras.

No Brasil é ainda muito comum a falta de diálogo entre os autores dos projetos e os fabricantes dos materiais componentes da construção. Assim, projetam-se fundações sem levar-se em conta se a estrutura é rígida ou flexível, calculam-se estruturas sem vedação, projetam-se vedações e sistemas de piso sem a consideração de ocorrência de recalques diferenciados e das acomodações da estrutura.

A seguir, estão relacionadas as principais causas de fissuras:

- fissuras causadas por movimentações térmicas;
- fissuras causadas por movimentações higroscópicas;
- fissuras causadas pela atuação de sobrecargas;
- fissuras causadas por deformabilidade excessiva de estruturas de concreto armado;

- fissuras causadas por recalques de fundação;
- fissuras causadas pela retração de produtos à base de cimento.

a) Fissuras causadas por movimentações térmicas:

De acordo com Thomaz (1989), os elementos e componentes de uma construção estão sujeitos a variações de temperatura, sazonais e diárias. Essas variações repercutem numa variação dimensional dos materiais de construção (dilatação ou contração); os movimentos de dilatação ou de contração são restringidos pelos vínculos que envolvem os elementos e componentes, desenvolvendo-se nos materiais, por este motivo, tensões que poderão provocar o aparecimento de fissuras.

Da mesma forma, o autor descreve que as movimentações térmicas de um material estão relacionadas com as suas propriedades físicas e com a intensidade da variação da temperatura; a magnitude das tensões desenvolvidas é função da intensidade da movimentação, do grau de restrição imposto pelos vínculos a esta movimentação e das propriedades elásticas do material.

Ainda, segundo o autor, as trincas de origem térmica podem também surgir por movimentações diferenciadas entre os componentes de um elemento, entre elementos de um sistema e entre regiões distintas de um mesmo material. As principais movimentações diferenciadas ocorrem em função das condições elencadas a seguir:

- junção de materiais com diferentes coeficientes de dilatação térmica, sujeitos às mesmas variações de temperatura;
- exposição de elementos a diferentes solicitações térmicas naturais;
- gradiente de temperaturas ao longo de um mesmo componente.

No caso de movimentações térmicas diferenciadas, é importante considerar-se não só a amplitude da movimentação, como também a rapidez com que esta ocorre. Se ela for gradual e lenta, muitas vezes um material que apresenta menor resposta ou que é menos solicitado às variações da temperatura, pode absorver movimentações mais intensas do que um material ou componente a ele justaposto; o mesmo pode não ocorrer se a movimentação for brusca (THOMAZ, 1989).

Segundo Souza e Ripper (1998), uma situação típica de fissuras causadas por variação térmica é aquela que ocorre nas coberturas, em particular as horizontais, muito mais expostas aos gradientes térmicos naturais do que as peças verticais da estrutura, gerando, em consequência, movimentos diferenciados entre elementos verticais e horizontais que, normalmente, resultam em fissuração, agravada no caso de diferença de inércia ou de materiais resistentes.

Na figura 2.8, ilustra-se uma configuração típica de fissura presente no topo da parede paralela à largura da laje.

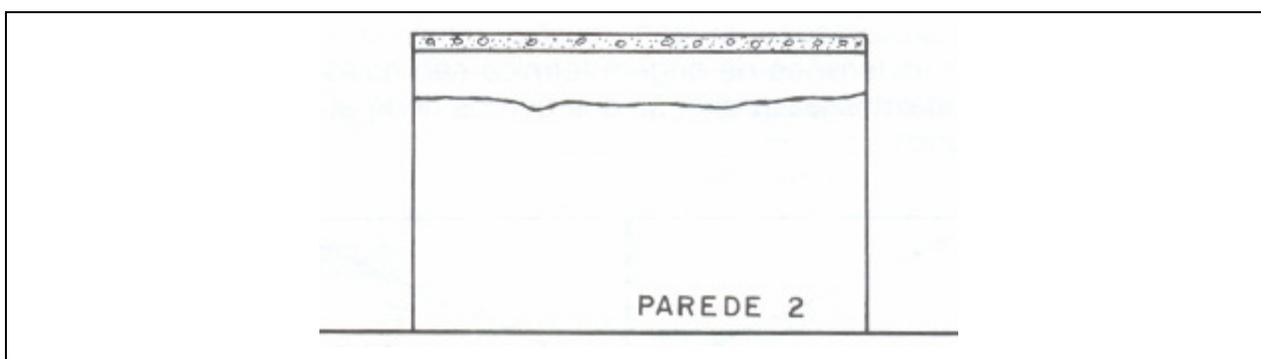


Figura 2.8 – Configuração típica de fissura por movimentação térmica (THOMAZ, 1989).

b) Fissuras causadas por movimentações higroscópicas:

Conforme Thomaz (1989), as mudanças higroscópicas provocam variações dimensionais nos materiais porosos que integram os elementos e componentes da construção; o aumento do teor de umidade produz uma expansão do material enquanto a diminuição provoca uma contração. No caso da existência de vínculos que impeçam ou restrinjam essas movimentações, poderão ocorrer fissuras nos elementos e componentes do sistema construtivo.

De acordo com o citado autor, a umidade pode ter acesso aos materiais de construção por diversas vias:

- **Umidade resultante da produção dos componentes:** Na fabricação de componentes à base de ligantes hidráulicos emprega-se geralmente uma quantidade de água superior à necessária para que ocorram as reações químicas de hidratação. A água em excesso permanece em estado livre no interior do componente e, ao se evaporar, provoca a contração do material.

- **Umidade proveniente da execução da obra:** É usual umedecerem-se componentes de alvenaria no processo de assentamento, ou mesmo painéis de alvenaria que receberão argamassas de revestimento; esta prática é correta, pois visa impedir a retirada brusca de água das argamassas, o que viria a prejudicar a aderência com os componentes de alvenaria ou mesmo as reações de hidratação do cimento. Ocorre que, nesta operação de umedecimento, poder-se-á elevar o teor de umidade dos componentes de alvenaria a valores muito acima da umidade higroscópica de equilíbrio, originando-se uma expansão do material; a água em excesso tenderá a evaporar-se, provocando, posteriormente, uma contração do material.
- **Umidade do ar ou proveniente de fenômenos meteorológicos:** O material poderá absorver água da chuva antes mesmo de ser utilizado na obra, durante o transporte até a obra ou por armazenagem desprotegida no canteiro. Durante a vida da construção, as faces de seus componentes voltadas para o exterior poderão absorver quantidades consideráveis de água de chuva ou, em algumas regiões, até mesmo de neve. Também a umidade presente no ar pode ser absorvida pelos materiais de construção, quer seja sob a forma de vapor, quer seja sob a forma de água líquida (condensação do vapor sobre as superfícies mais frias da construção).
- **Umidade do solo:** A água presente no solo poderá ascender por capilaridade à base da construção, desde que os diâmetros dos poros capilares e o nível do lençol d'água assim o permitam. Não havendo impermeabilização eficiente entre o solo e a base da construção, a umidade terá acesso aos seus componentes, podendo trazer sérios inconvenientes a pisos e paredes do andar térreo.

As fissuras provocadas por variação de umidade dos materiais de construção são muito semelhantes àquelas provocadas pelas variações de temperatura. Entre um caso e outro, as aberturas poderão variar em função das propriedades higrotérmicas dos materiais e das amplitudes de variação da temperatura ou da umidade (THOMAZ, 1989).

As figuras 2.9 e 2.10, extraídas de Thomaz (1989) exemplificam algumas fissuras típicas provocadas por movimentações higroscópicas.

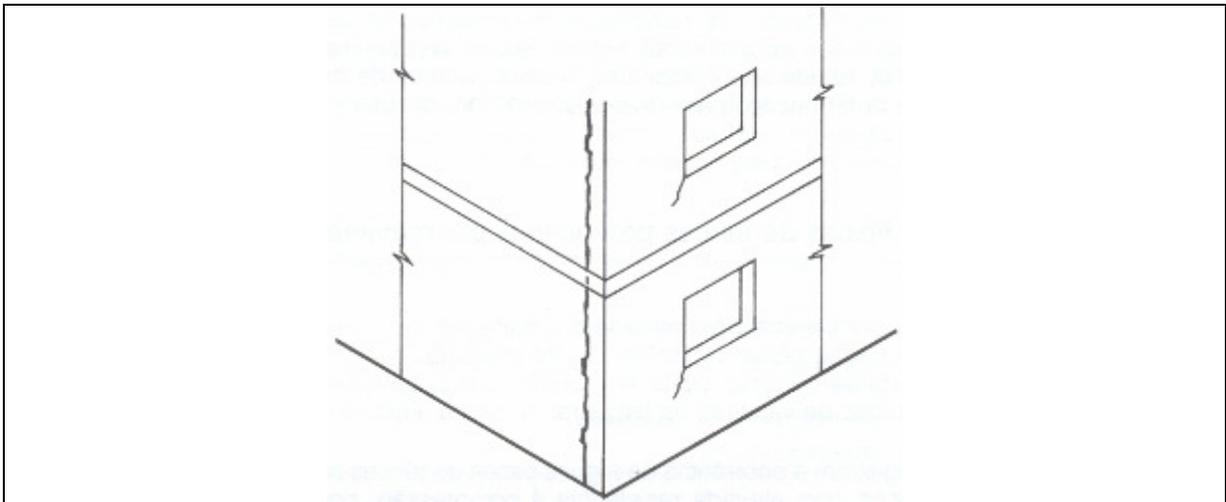


Figura 2.9 – Fissuração vertical devido à expansão por absorção de umidade (THOMAZ, 1989).

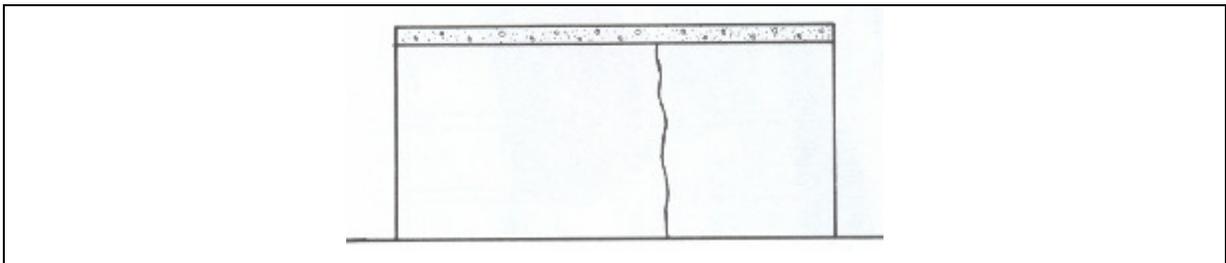


Figura 2.10 – Fissura vertical causada por movimentações higroscópicas (THOMAZ, 1989).

c) Fissuras causadas pela atuação de sobrecargas:

Conforme Souza e Ripper (1998), as falhas acontecidas em projetos estruturais, com influência direta na formação de fissuras, podem ser as mais diversas, assumindo as correspondentes fissuras configurações próprias, em função do tipo de esforço a que estão submetidas as várias peças estruturais.

As fissuras de flexão são as mais conhecidas e frequentes em concreto armado, apresentando-se com distintas configurações, de acordo com o tipo de solicitação: flexão simples, flexão combinada com esforço cortante ou flexo-compressão.

Para Thomaz (1989), a atuação de sobrecargas pode produzir a fissuração de componentes estruturais, tais como pilares, vigas e paredes. Essas sobrecargas atuantes podem ter sido consideradas no projeto estrutural, caso em que a falha decorre da execução da peça por uma sobrecarga superior à prevista. Vale frisar ainda que não são raras as vezes em que se pode

presenciar a atuação de sobrecargas em componentes sem função estrutural, geralmente pela deformação da estrutura resistente do edifício ou pela sua má utilização.

Desta forma, considera-se como sobrecarga uma solicitação externa, prevista ou não em projeto, capaz de provocar a fissuração de um componente com ou sem função estrutural.

As fissuras que ocorrem em peças de concreto armado geralmente apresentam aberturas bastante reduzidas; o cálculo no Estádio III de peças fletidas leva em conta o aparecimento dessas fissuras.

Nas figuras 2.11 e 2.12, demonstram-se algumas configurações típicas de fissuras em componentes de concreto armado, devidas a sobrecargas.

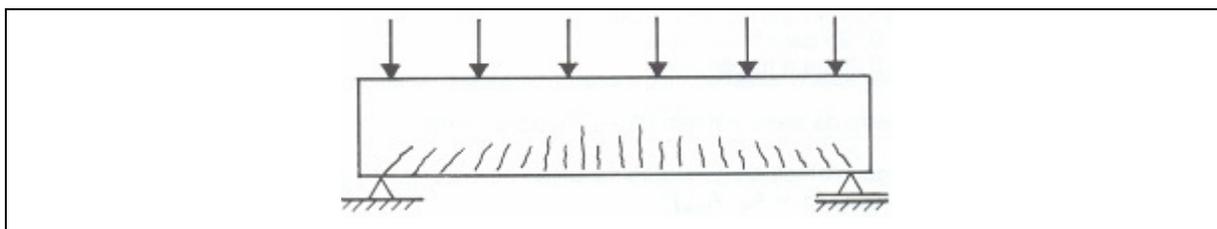


Figura 2.11 – Fissuração típica em viga sub-armada solicitada à flexão (THOMAZ, 1989).

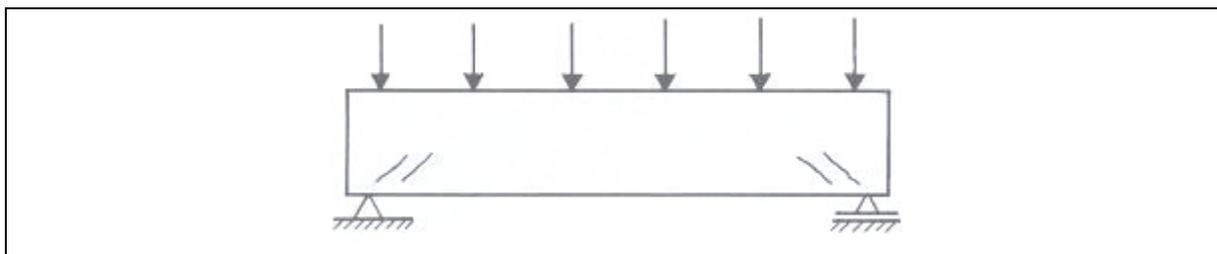


Figura 2.12 – Fissuras de cisalhamento em viga solicitada à flexão (THOMAZ, 1989).

d) Fissuras causadas por deformabilidade excessiva de estruturas de concreto armado:

Segundo Thomaz (1989), com a evolução da tecnologia do concreto armado, representada pela fabricação de aços com elevado limite de elasticidade, produção de cimentos de melhor qualidade e desenvolvimento de métodos refinados de cálculo, as estruturas se tornaram cada vez mais flexíveis, o que torna imperiosa a análise mais cuidadosa das suas deformações e de suas respectivas consequências.

Não se têm observado, em geral, problemas graves decorrentes de deformações causadas por solicitações de compressão (pilares), cisalhamento ou torção; a ocorrência de flechas em componentes fletidos tem causado, entretanto, repetidos e graves transtornos aos edifícios, verificando-se, em função da deformação de componentes estruturais, frequentes problemas de compressão de caixilhos, empoçamento de água em vigas-calha ou lajes de cobertura, destacamento de pisos cerâmicos e ocorrência de trincas em paredes.

Vigas e lajes deformam-se naturalmente sob ação do peso próprio, das demais cargas permanentes e acidentais e mesmo sob o efeito da retração e da deformação lenta do concreto. Os componentes estruturais admitem flechas que podem não comprometer em nada sua própria estética, a estabilidade e a resistência da construção; tais flechas, entretanto, podem ser incompatíveis com a capacidade de deformação de paredes ou de outros componentes que integram os edifícios.

Nas figuras 2.13 e 2.14, demonstram-se algumas características das fissuras que ocorrem devido à deformação do concreto armado.

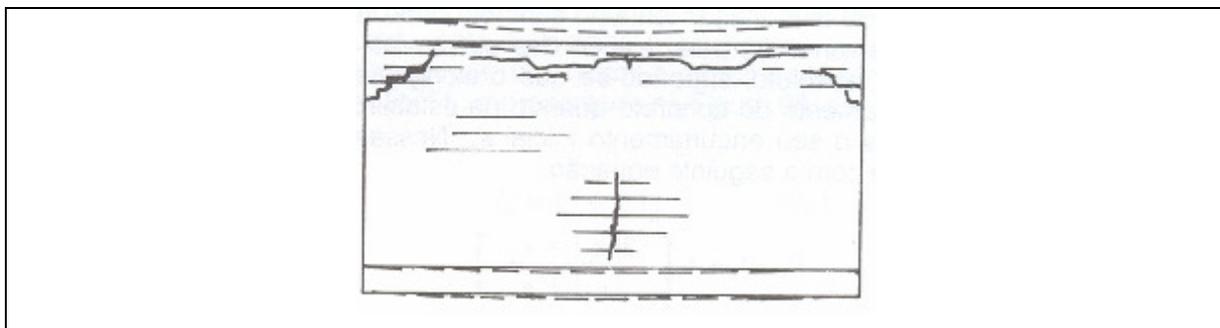


Figura 2.13 – Deformação do suporte inferior à deformação da viga superior (THOMAZ, 1989).

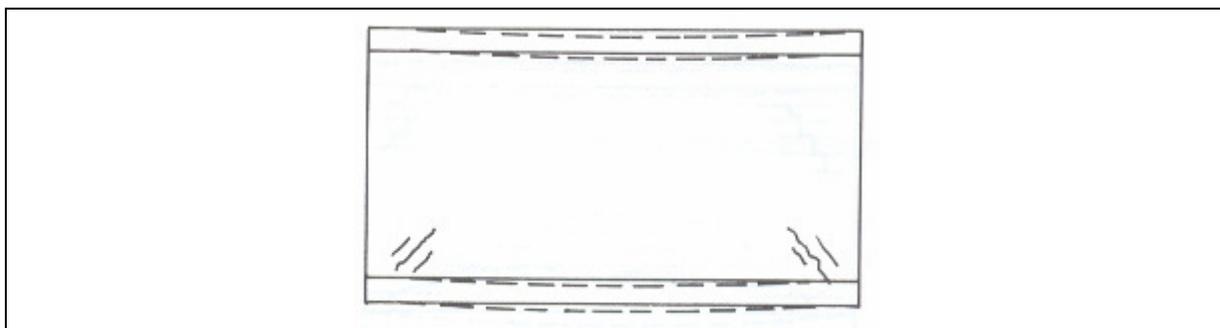


Figura 2.14 – Deformação do suporte idêntica à deformação da viga superior (THOMAZ, 1989).

e) Fissuras causadas por recalques de fundação:

De acordo com Mello e Teixeira (1971), a capacidade e a deformabilidade dos solos não são constantes, sendo função dos seguintes fatores mais importantes:

- tipo e estado do solo (areia nos vários estados de compactidade ou argilas nos vários estados de consistência);
- disposição do lençol freático;
- intensidade da carga, tipo de fundação (direta ou profunda) e cota de apoio da fundação;
- dimensões e formato da placa carregada (placas quadradas, retangulares, circulares);
- interferência de fundações vizinhas.

Os solos são constituídos basicamente por partículas sólidas, entremeadas por água, ar e não raras vezes contêm material orgânico. Sob efeito de cargas externas, todos os solos, em maior ou menor proporção, se deformam. No caso em que essas deformações sejam diferenciadas ao longo do plano das fundações de uma obra, tensões de grande intensidade serão introduzidas em sua estrutura, podendo gerar o aparecimento de trincas.

Segundo Thomaz (1989), de maneira geral as fissuras provocadas por recalques diferenciados são inclinadas, confundindo-se às vezes com as fissuras provocadas por deflexão de componentes estruturais. Em relação às primeiras, contudo, apresentam aberturas geralmente maiores, “deitando-se” em direção ao ponto onde ocorreu o maior recalque.

Outra característica das fissuras provocadas por recalques é a presença de esmagamentos localizados, em forma de escamas, dando indícios das tensões de cisalhamento que as provocaram; além disso, quando os recalques são acentuados, observa-se nitidamente uma variação na abertura da fissura.

Nas figuras 2.15 e 2.16, demonstram-se algumas fissuras causadas por recalques de fundações.

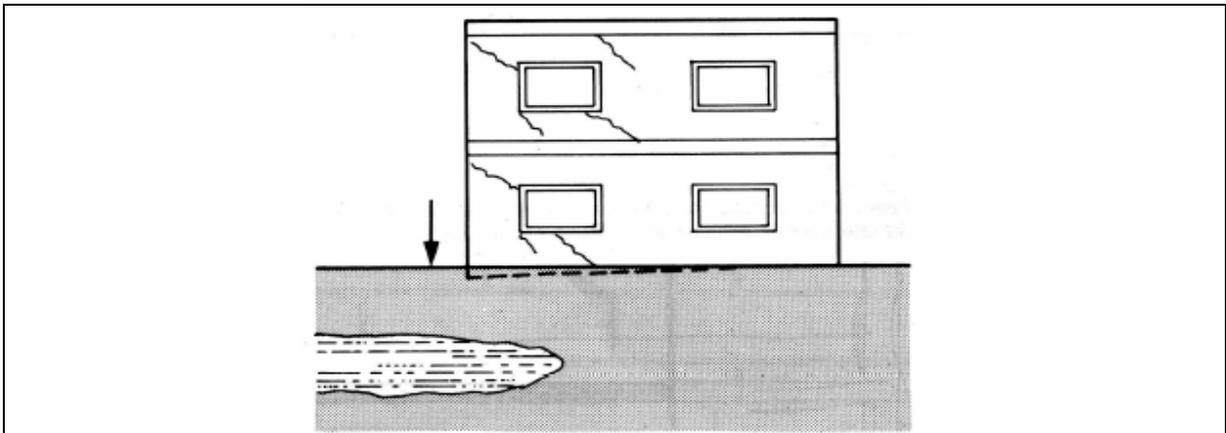


Figura 2.15 – Fissuras causadas por recalques (THOMAZ, 1989).

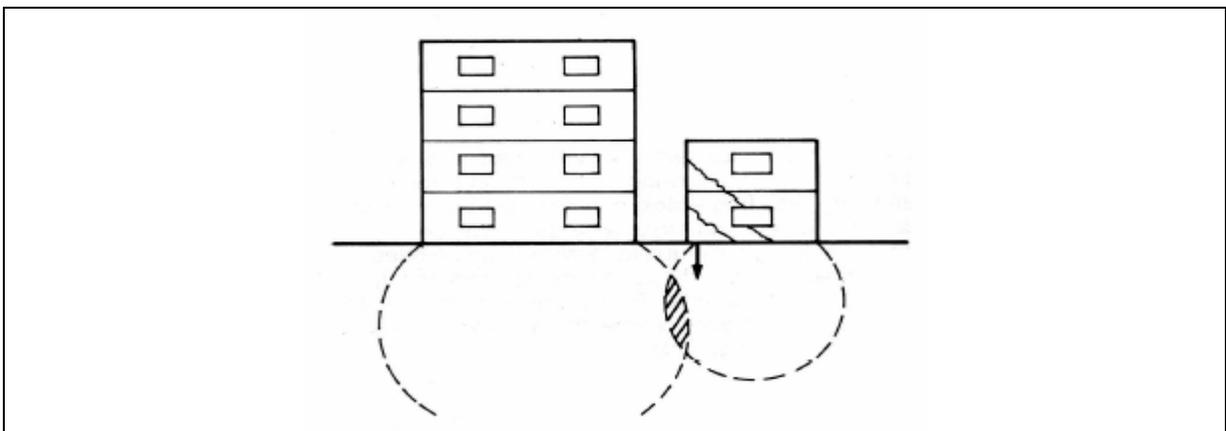


Figura 2.16 – Fissuras causadas por recalques (THOMAZ, 1989).

f) Fissuras causadas pela retração de produtos à base de cimento:

De acordo com Thomaz (1989), em função da trabalhabilidade necessária, os concretos e argamassas normalmente são preparados com água em excesso, o que vem acentuar a retração. Na realidade, é importante distinguir as três formas de retração que ocorrem num produto preparado com cimento, ou seja:

- retração química: a reação química entre o cimento e a água se dá com redução de volume; devido às grandes forças interiores de coesão, a água combinada quimicamente (22 a 32%) sofre uma contração de cerca de 25% de seu volume original;
- retração de secagem: a quantidade excedente de água, empregada na preparação do concreto ou argamassa, permanece livre no interior da massa, evaporando-se posteriormente; tal

evaporação gera forças capilares equivalentes a uma compressão isotrópica da massa, produzindo a redução de seu volume;

- retração por carbonatação: a cal hidratada liberada nas reações de hidratação do cimento reage com o gás carbônico presente no ar, formando carbonato de cálcio; esta reação é acompanhada de uma redução de volume, gerando a chamada retração por carbonatação.

Conforme Souza e Ripper (1998), se este comportamento reológico (retração do concreto) não for considerado, quer seja no projeto, quer seja na execução, são grandes as possibilidades do desenvolvimento de um quadro de fissuração, que pode levar à formação de trincas que seccionem completamente as peças mais esbeltas, como no caso de lajes e paredes.

As figuras 2.17 e 2.18 são alguns exemplos típicos de fissuração por retração de produtos à base de cimento.



Figura 2.17 – Fissuras generalizadas causadas por retração de janelas (THOMAZ, 1989).

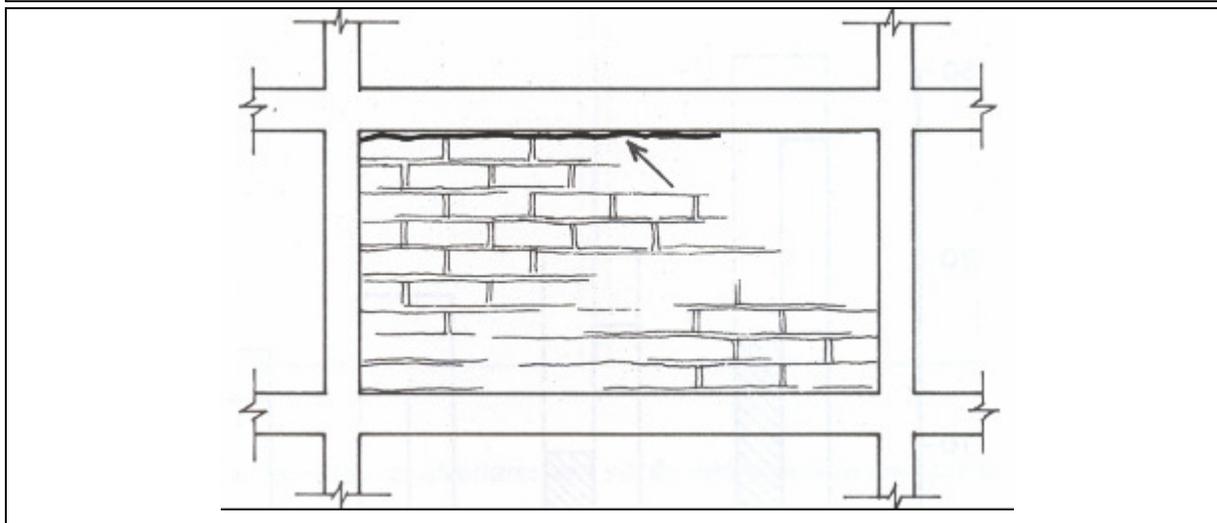


Figura 2.18 – Destacamento causado pelo encunhamento precoce da alvenaria (THOMAZ, 1989).

3. Materiais e Métodos.

Para o desenvolvimento deste estudo, adotou-se a seguinte metodologia:

1. Executou-se o levantamento de memoriais descritivos e projetos arquitetônicos das casas-tipo junto aos agentes de construção dos conjuntos habitacionais;
2. Elaboraram-se planilhas contemplando questionário das possíveis patologias existentes nas residências, ocorrência de vícios e defeitos construtivos, procurando-se, especialmente, analisar se o imóvel foi afetado por recalques que reflitam o mau comportamento das fundações em serviço, bem como avaliar as condições da cobertura dos imóveis investigados;
3. Escolheram-se, norteado pelo prévio conhecimento da incidência de alguma patologia e da existência de documentos para subsídio de processos judiciais, 589 unidades habitacionais, de um total de 9.363 imóveis existentes, em 13 (treze) conjuntos habitacionais construídos nos municípios de Bauru, Macatuba, São Manuel, Areiópolis, Barra Bonita e Agudos, sendo, portanto, o universo amostral da pesquisa, os imóveis que já possuíam algum tipo de anomalia;
4. Caracterizaram-se os conjuntos habitacionais escolhidos, apresentando-se, dentre outros, a quantidade e os tipos de casas construídas, o resumo das especificações técnicas descritas em memorial descritivo, as distribuições das áreas em cada conjunto habitacional quando de seu parcelamento, as infraestruturas implantadas etc.;
5. Levantaram-se as patologias existentes nos imóveis, destacando-se as mais recorrentes;
6. Analisaram-se as causas das principais patologias observadas nas fundações, alvenarias e telhados, bem como a caracterização do solo da região de Bauru;
7. A partir das análises das causas das principais patologias, apresentaram-se recomendações, visando contribuir para que, nos futuros conjuntos habitacionais a serem construídos nessa região, sejam utilizados os tipos de fundação mais adequados ao tipo de solo, bem como chamar

atenção à necessidade de adequado dimensionamento e tratamento das peças de madeira empregadas nos telhados, de forma a garantir um melhor desempenho dos prédios, maior satisfação dos mutuários e adequada aplicação de recursos financeiros.

4. Estudo dos Conjuntos Habitacionais.

4.1 Levantamento de Casas-tipo.

Pela análise dos documentos, verificou-se que, embora haja alguma distinção entre os padrões edificados nos núcleos habitacionais, de forma geral, é seguido um determinado padrão, o que permite afirmar que as unidades são padronizadas. Na tabela 4.1, são indicados alguns dos tipos padronizados de casas edificadas.

Tabela 4.1 – Características das edificações-tipo.

Casa Tipo	Área Construção (m ²)	Área Útil (m ²)
T1	33,62	28,34
T2	33,75	28,43
T3	40,41	34,36
T4	41,86	35,29
T5	47,19	40,38
T6	48,50	41,17

Apesar da variação de áreas construídas, a distribuição dos cômodos é uniforme. Nas figuras 4.1 a 4.6, mostram-se as plantas, cortes e fachadas das unidades padrão do tipo T1, T2, T3, T4, T5 e T6, respectivamente, enquanto, na figura 4.7, ilustram-se as fachadas das unidades com 01, 02, 03 e 04 dormitórios.

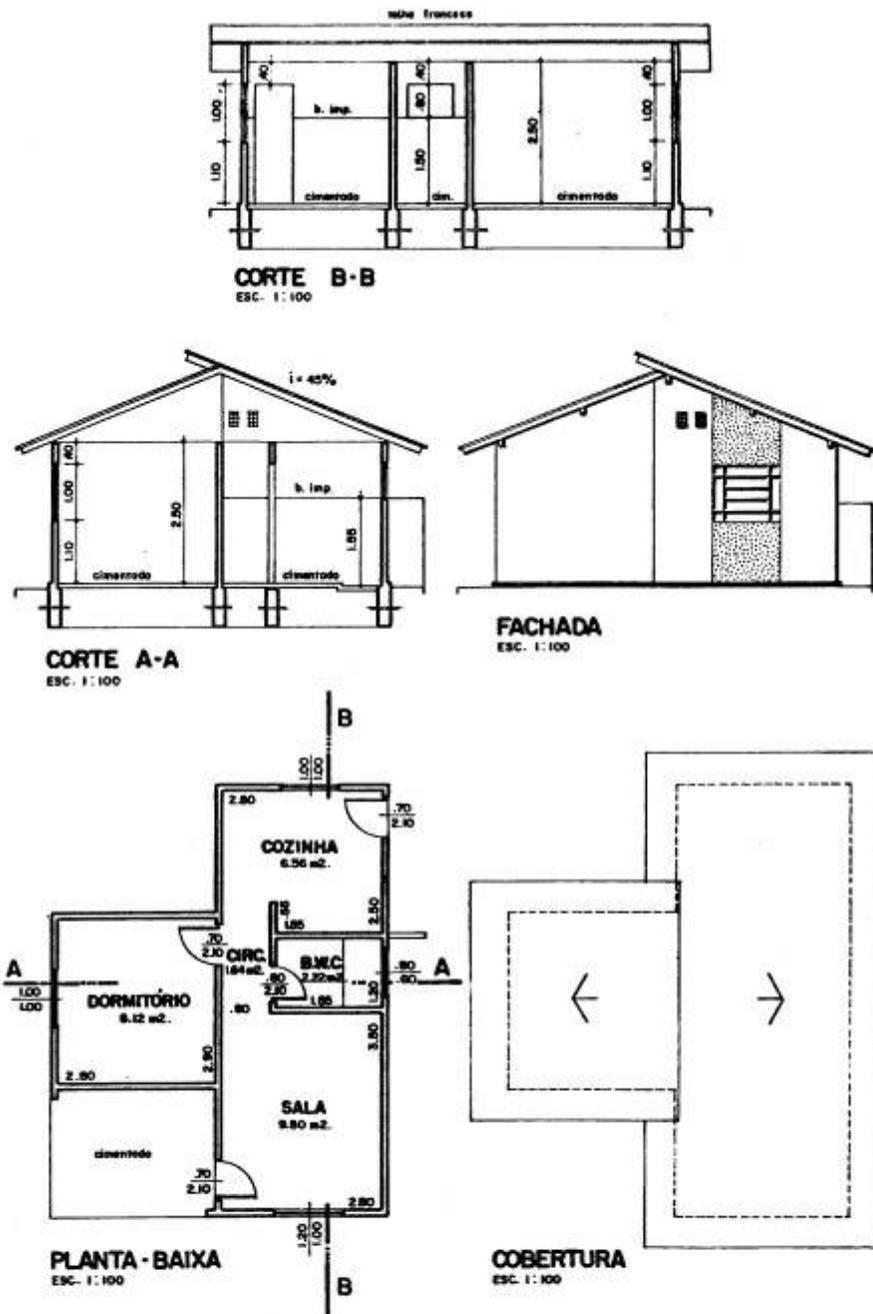


Figura 4.1 – Planta, cortes e fachadas da unidade “T1”.

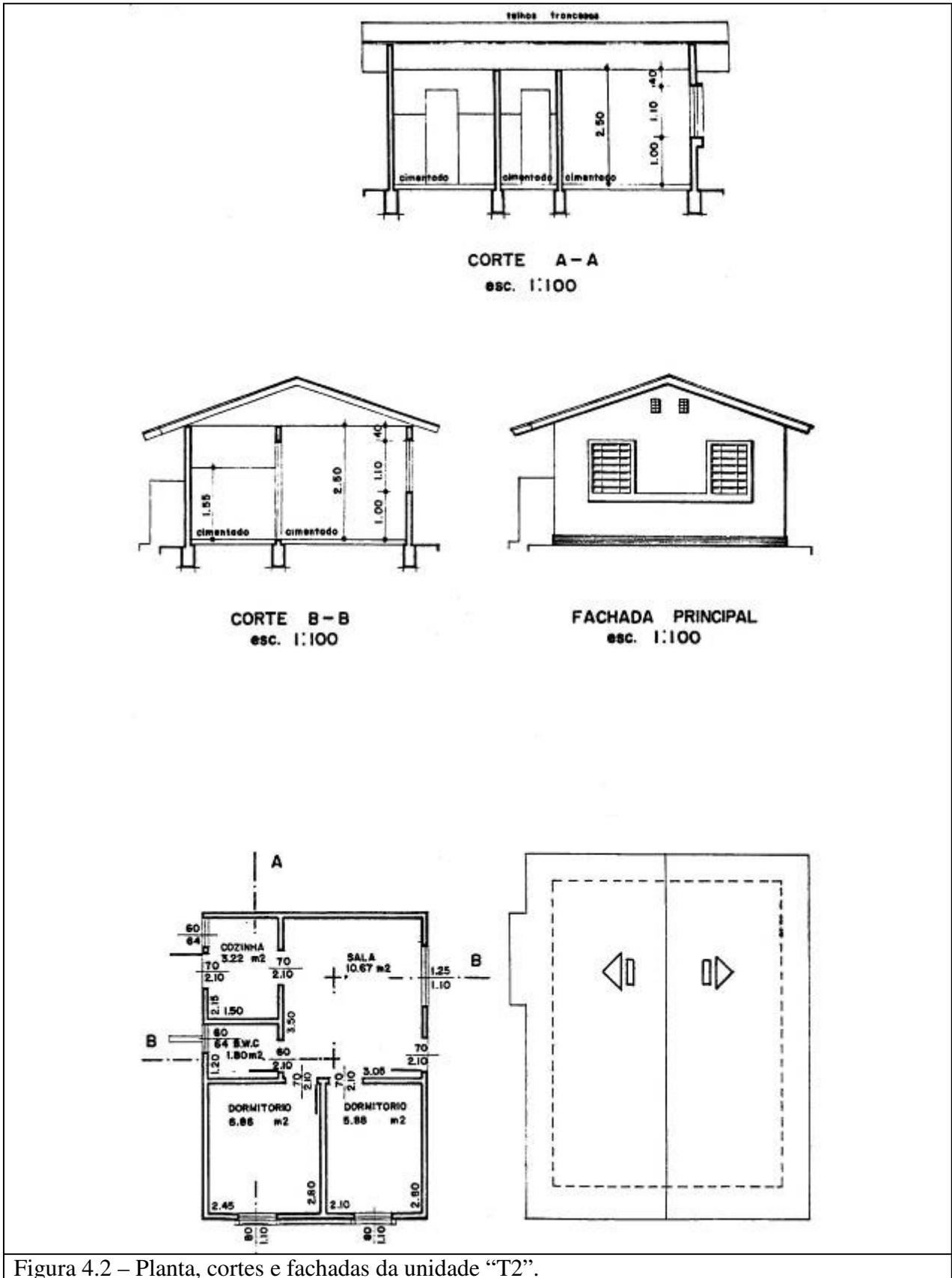


Figura 4.2 – Planta, cortes e fachadas da unidade “T2”.

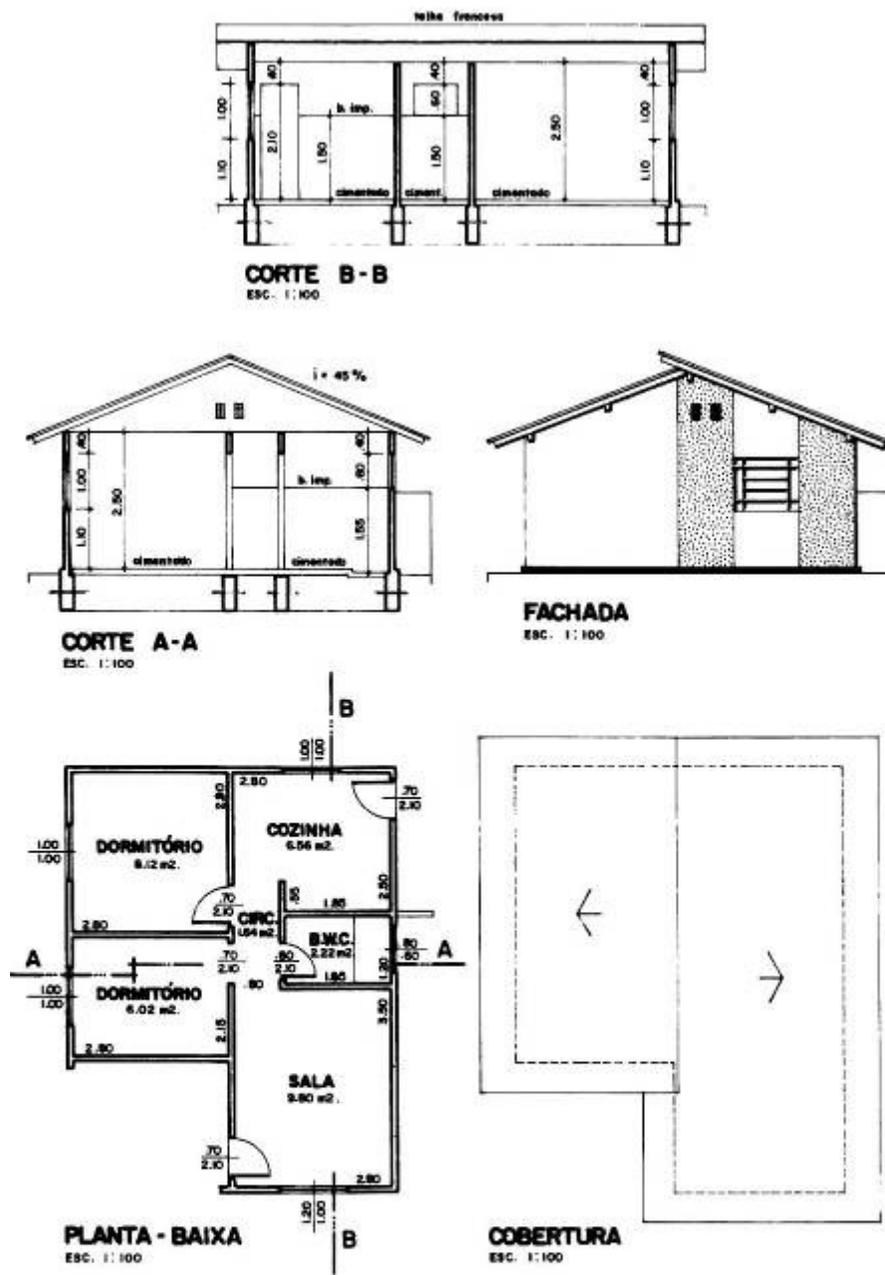


Figura 4.3 – Planta, cortes e fachadas da unidade “T3”.

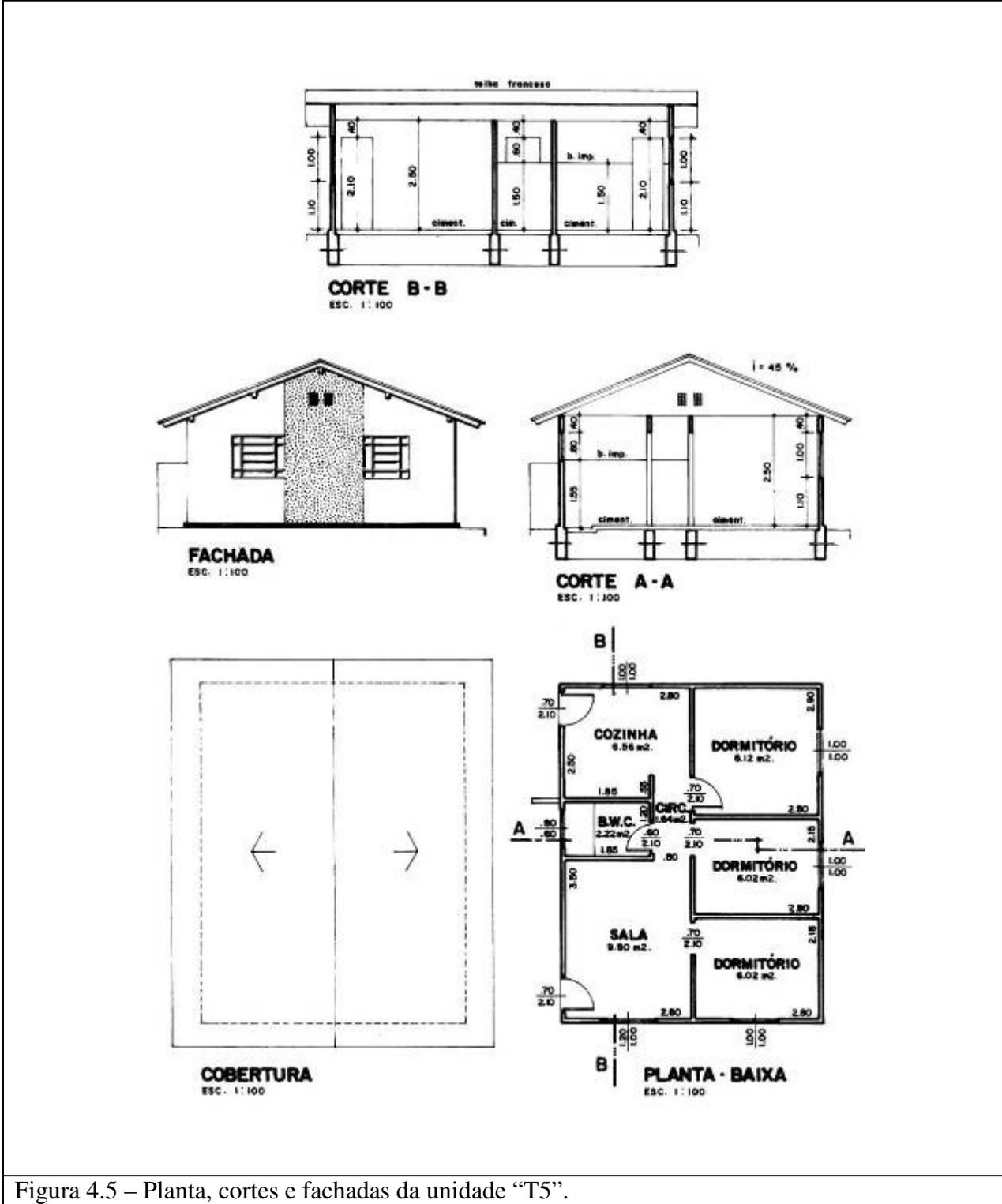


Figura 4.5 – Planta, cortes e fachadas da unidade “T5”.

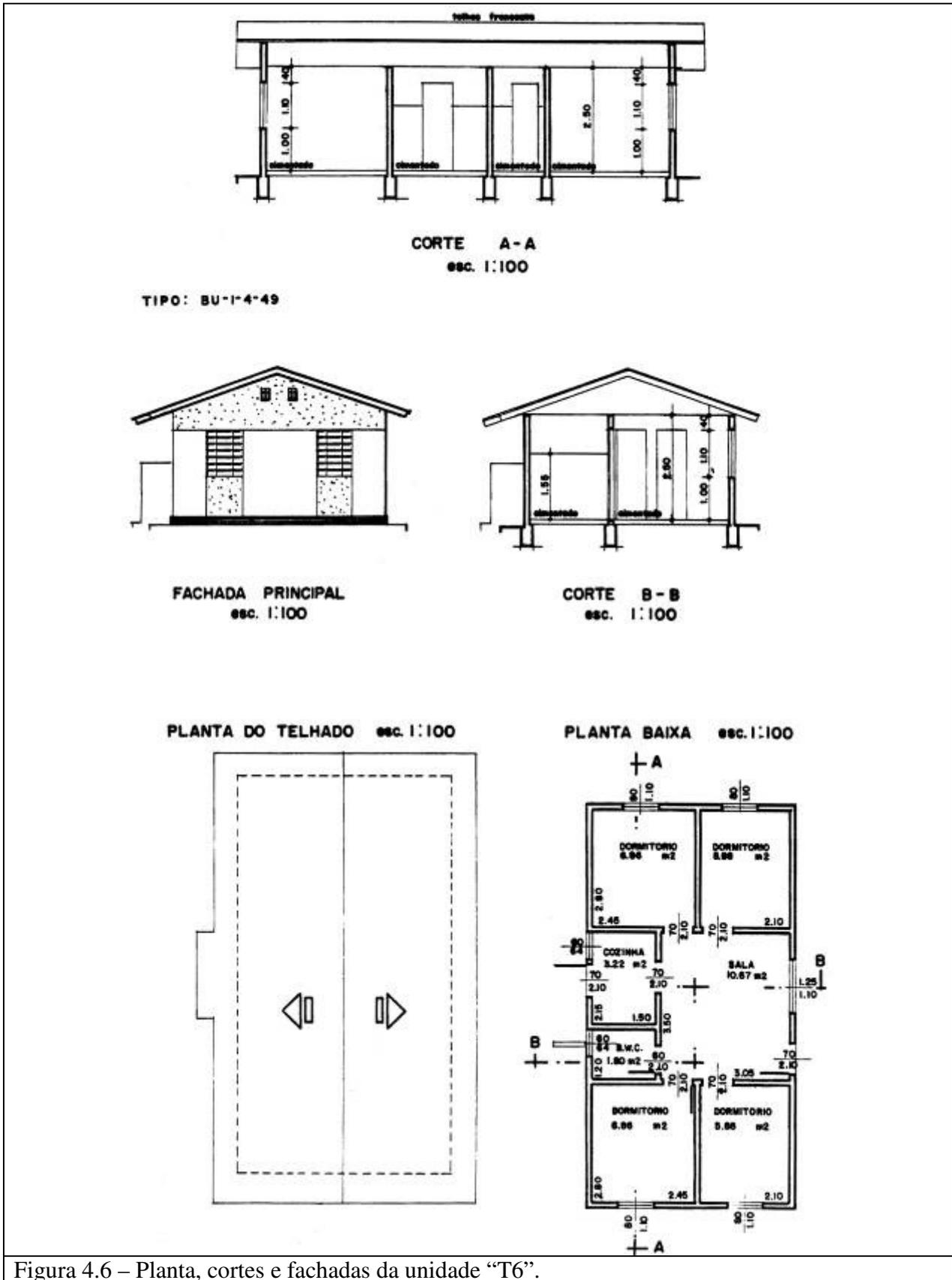


Figura 4.6 – Planta, cortes e fachadas da unidade “T6”.



Figura 4.7 – Fotos das fachadas típicas de imóveis com 1, 2, 3 e 4 dormitórios.

4.2 Elaboração de Planilhas.

Para viabilização e ordenamento das informações foram elaboradas duas planilhas com questionários, que nortearam os trabalhos de campo. Nas tabelas 4.2 e 4.3, são apresentados os modelos das planilhas utilizadas nos levantamentos dos imóveis localizados nos núcleos pesquisados.

Tabela 4.2 – Planilha de vistoria.

Nº CASA		Nº DORMS		FORRADA	
---------	--	----------	--	---------	--

Reformas/Ampliações/Alterações

Anomalias relatadas pelo Morador

DANOS INTERNOS – SALA
 FTR PISO
 FTR PAREDES
 REBOCO / MANCHAS

DANOS INTERNOS - DORMS
 FTR PISO
 FTR PAREDES
 REBOCO / MANCHAS

DANOS INTERNOS - BWC
 FTR PISO
 FTR PAREDES
 REBOCO / MANCHAS
 HIDRÁULICA
 ESGOTO

DANOS INTERNOS - COZINHA
 FTR PISO
 FTR PAREDES
 REBOCO / MANCHAS
 HIDRÁULICA
 ESGOTO

DANOS EXTERNOS
 FTR PISO
 FTR PAREDES
 FTR OITÃO
 REBOCO / MANCHAS
 HIDRÁULICA TANQUE
 ESGOTO TANQUE
 REDE ESGOTO
 CAIXA INSPEÇÃO
 FRESTAS Piso/Parede

OBS.: F = Fissura T = Trinca R = Rachadura

Tabela 4.3 – Planilha de vistoria da estrutura de madeira da cobertura.

Nº Casa:		Tesoura:		Forrada:	
01.	Tipo da telha:	Marca:	Aparência:		
02.	Disposição das telhas:				
03.	Deformações máximas através da linha:		Lado:		
04.	Plano do telhado desalinhado:		Ondulado:		
05.	Deformações no emboço da cumeeira:				
06.	Situação do emboço dos beirais:				
07.	Forro dos beirais frontais:				
08.	Forro dos beirais laterais:				
09.	Situação dos caibros e tábuas dos beirais:				
10.	Situação da rede elétrica externa:				
11.	Conservação e manutenção do telhado:				
12.	Largura da casa original:				
13.	Situação da viga da cumeeira:	Dim:		Maior vão	
14.	Situação das terças:	Dim:		Espaçamentos	
16.	Situação das ripas:	Dim:		Espaçamentos	
17.	Situação dos pontaletes:	Dim:		Espaçamentos	
18.	Situação das emendas:				
19.	Tipo de madeira utilizado:		Amostras		
20.	Contaminações nas madeiras:		Tipo:		
21.	Situação da caixa d'água:				
22.	Existe goteira na casa:				
23.	Formas de apoio das terças e das cumeeiras:				
24.	Esquadro da trama de madeira:				
25.	Madeiramento:	Executado:	Dimensionado:		
26.	As peças de madeiras estão despadronizadas:				
27.	Há risco de ruína:				
28.	É necessário substituir:				
29.	Tem cura:				
30.	OBS 01:				
31.	OBS 02:				
32.	OBS 03:				
33.	OBS 04:				
34.					
35.	Cidade:		Data:		

4.3 Memorial Descritivo.

Do Memorial Descritivo, Especificações Técnicas e de Materiais e Normas de Execução das Habitações que norteiam a construção das unidades habitacionais, destacam-se, em síntese, os itens elencados a seguir:

➤ **Norma para execução das fundações:**

➤ **Fundação Direta**

A execução da sapata de fundação deverá preencher as seguintes condições:

- a) altura mínima da vala: 0,40 m abaixo do terreno natural regularizado, devendo, em qualquer caso, atingir uma profundidade em que a taxa admissível do terreno seja, no mínimo, 0,50 kgf/cm²;
- b) o fundo da vala deverá ser regularizado, nivelado e convenientemente apiloado, e as paredes das cavas das fundações deverão ser escoradas, quando a coesão do terreno for insuficiente para manter os cortes apurados ou quando estes forem muito profundos;
- c) as sapatas deverão ser executadas em concreto armado, no traço 1:3:5 (respectivamente cimento, areia e pedra britada nº 2), com 3 ferros corridos de $\varnothing = 5$ mm, CA 60, com as extremidades viradas em gancho mantidos afastados, 14 cm um do outro, por meio de tutor de ferro de $\varnothing = 3,6$ mm, a partir do centro da sapata. A largura e espessura das sapatas deverão ser determinadas pela empreiteira e submetidas à aprovação prévia da Fiscalização da empresa idealizadora do conjunto habitacional, respeitados os mínimos de 0,35 m de largura por 0,10 m de altura;
- d) as sapatas deverão ser executadas em toda a extensão das paredes, com acabamento nivelado e largura garantida por meio de escoramento lateral;
- e) os baldrames, quando constantes do projeto, serão executados em concreto, no traço 1:3:5, com pedra nº 2. Os baldrames serão executados sob todas as paredes do projeto, internas e externas, e armados com 3 ferros longitudinais de $\varnothing = 5$ mm CA 60;

- f) a alvenaria de embasamento deverá ser executada em tijolos maciços cerâmicos comuns, ou blocos de concreto de 20 x 20 x 40 cm, de acordo com as Normas da ABNT, assentados com argamassa mista de cal e areia fina, de traço 1:3, com adição de 100 kg de cimento por m³ de argamassa. Terá a largura mínima de 1 tijolo, assentados em fiadas alternadas. A espessura da massa de assentamento e rejuntamento não poderá ser superior a 1,5 cm. A empreiteira deverá apresentar laudo dos testes dos materiais utilizados, antes e durante o emprego deles;
- g) no respaldo da alvenaria do embasamento deverá ser executado uma cinta de concreto armado de 0,10 m x 0,10 m de traço 1:3:5, com 2 ferros corridos com as extremidades viradas em gancho e Ø = 5 mm, CA 60, mantidos afastados 0,80 cm por meio de tutor de ferro, sendo acabado com uma camada de impermeabilização na espessura mínima de 0,20 cm, executada com argamassa de cimento e areia, de traço 1:3, com adição de impermeabilidade (Vedacit, Sika nº 1, Megsa ou similar), na proporção de 3% em peso da quantidade de cimento empregado. O acabamento será executado com desempenadeira e será contínuo, sem emenda e sobre esta camada, após sua secagem, será aplicada uma demão de “Neutrol” ou similar, sem diluição.
- h) após a execução do embasamento deverá ser providenciado o aterro das valas de fundação e dos diversos cômodos, com terra sem materiais orgânicos, devidamente molhada e compactada em camadas sucessivas de 0,20 m.

➤ **Outros Tipos de Fundações**

No caso de a Empreiteira solicitar a alteração da fundação projetada para uma fundação constituída por placa de transmissão de carga ao terreno, que ocupa toda a área de construção (radier), será autorizada a mudança, desde que:

- a) o terreno seja de natureza tal, que comporte ou admita este tipo de fundação;
- b) a Empreiteira execute essa fundação de conformidade com o projeto e Memorial Descritivo fornecidos pela empresa contratante;
- c) a Empreiteira execute por meio de laboratório idôneo, um perfeito e completo controle de compactação em todos os lotes do Conjunto Projetado, apresentando à empresa contratante os respectivos laudos técnicos;
- d) a Empreiteira faça a solicitação da alteração antes do início da obra e da elaboração das tabelas de pagamento e cronogramas físico-financeiros.

➤ **Alvenaria**

➤ **Especificação de materiais de alvenaria**

- a) os tijolos a serem usados na alvenaria deverão ser bem cozidos, duros, sonoros, de dimensões uniformes e não vitrificados. Devem apresentar faces planas, arestas vivas e porosidade específica inferior a 20%;
- b) os tijolos deverão obedecer, no que couber, às seguintes normas da ABNT: MB 52, MB53, EB-10 e EB-20.

➤ **Normas de execução da alvenaria**

- a) as paredes internas e externas do projeto serão executadas com tijolos maciços, ou tijolos cerâmicos de 8 furos, assentados com argamassa mista de cal e areia, no traço 1:3, com adição de 100 kg de cimento por m³ de argamassa;
- b) as fiadas deverão ser em nível, alinhadas e aprumadas. As juntas terão a espessura máxima de 0,015 m e serão executadas de modo a aderir fortemente ao emboço. A Empreiteira deverá apresentar o laudo dos testes do material utilizado, antes e durante o emprego dele. A alvenaria de elevação deverá ser chapiscada interna e externamente, com argamassa de cimento, areia grossa, no traço 1:4, antes de receber o revestimento.

➤ **Cintas**

- a) serão executadas em concreto armado as cintas de amarração de alvenaria interna e externa, no traço 1:3:5 em volume (cimento, areia e pedra britada), na largura das paredes e 0,15m de altura, com 2 ferros corridos, tipo CA 60, de Ø = 5 mm, com extremidades viradas em gancho, mantidos afastados 0,06 m mediante tutor de ferro, a cada 1,00 m;
- b) poderão ser usados blocos de perfil “U”, de largura igual à parede, à altura de 0,20 m, os quais servirão de fôrma para o lançamento do concreto;
- c) poderão, também, ser executadas em 3 fiadas de tijolos maciços cerâmicos comuns, assentados com argamassa de cimento e areia grossa, no traço 1:3, e entre a 1ª e 2ª fiadas, constar de 2 ferros corridos tipo CA 60 de Ø = 5 mm, com extremidades viradas em gancho, mantidos afastados mediante tutor de ferro;

- d) os vãos existentes deverão ser vencidos com vergas de concreto armado, 10 cm x 10 cm, traço 1:3:5, com 4 ferros de $\varnothing = 5$ mm, CA 60, com respectivos estribos a cada 0,20 m, passando a 0,25 m de cada lado do vão.

OBS:- quando a casa tiver laje, somente serão aceitas cintas de concreto.

➤ **Cobertura em Telhas Cerâmicas**

➤ **Especificação de materiais do madeiramento**

- a) toda a madeira para emprego definitivo será de lei, bem seca, isenta de branco, caruncho ou broca, não ardida e sem nós ou fendas que comprometam sua durabilidade, resistência ou aparência;
- b) a madeira serrada e beneficiada satisfará a PB-5/ABNT;
- c) a madeira para estruturas obedecerá à NB-11/ABNT;
- d) os ensaios de madeira se regularão pela MB-26/ABNT;
- e) a terminologia obedecerá à TB-12/ABNT;
- f) nos apoios dos madeiramentos de telhado sobre as paredes deverão ser previstos coxins corridos nas bitolas e comprimentos mínimos indicados nos projetos;
- g) os forros dos beirais serão de tábuas corridas de primeira qualidade (quando não houver forro de laje);
- h) os beirais serão guarnecidos por tabeiras de 2,0 m x 0,12 m corrida.

➤ **Especificações de materiais das Telhas**

- a) fabricação de barro fino e bem cozido, leves, sonoras, bem desempenadas, permitindo perfeita superposição e encaixe;
- b) terão porosidade específica inferior a 18%;
- c) a superfície será lisa, a coloração uniforme, a fratura terá a mesma cor da superfície e será isenta de núcleos de cal ou magnésio apresentando textura fina e compacta;
- d) deverão satisfazer a EB-21/ABNT e a MB-54/ABNT, no que for aplicável.

➤ **Norma de execução do madeiramento**

- a) estrutura de madeira constituída por tesouras, cumeeiras, terças, caibros, pontaletes espigões e ripas e respectivas peças de apoio;
- b) inclinação mínima de 45% correspondente ao ângulo de 25°, e de 50% (26° 33'), quando o comprimento dos canais for superior a 5 m;
- c) todas as conexões e emendas serão tão simples quanto possível, devendo apresentar perfeito contorno e permitir satisfatória justaposição das superfícies em contato;
- d) as emendas coincidirão com os apoios, sobre as asnas das tesouras ou sobre pontaletes, de forma a obter-se maior segurança, solidarização e rigidez na ligação;
- e) todos os beirais serão forrados com tábuas de 1 cm de espessura por 10 cm de largura e encaixe macho-fêmea, com respectivo cordão de remate (quando não houver forro de laje);
- f) as dimensões das peças encontram-se indicadas no projeto.

➤ **Norma de execução do telhamento (para telhas tipo francesa)**

- a) as telhas deverão possuir uma pequena saliência que servirá para prendê-las ao ripado, evitando escorregamento;
- b) a colocação é feita a partir do beiral e da esquerda para a direita;
- c) as cumeeiras e os espigões serão arrematados por meio de telhas curvas ou telhas especiais para esse fim, sendo a junção garantida por meio de argamassa mista de cal em pó e areia, traço 1:3 com adição de 100 kg de cimento ao traço;
- d) exige-se perfeita execução de modo que, quando o telhado estiver acabado, apresente superfícies perfeitas e planas com telhas do beiral perfeitamente alinhadas. Não se admite o corte transversal de telhas, o que será evitado com o alongamento das peças de madeira até ajustamentos com as dimensões das telhas;
- e) os cordões de arremate nos beirais, nas partes inclinadas (oitões), serão executados com telhas tipo “Paulistinha” (capa) sobre as respectivas testeiras, apoiadas sobre cordão de madeira nelas pregado.

O Memorial Descritivo, Especificações Técnicas e de Materiais e Normas de Execução das Habitações, contempla ainda, em síntese:

- a) que todas as faces das paredes de alvenaria serão chapiscadas com argamassa de cimento e areia, de traço 1:4;
- b) que todas as paredes internas, depois de convenientemente molhadas, deverão ser emboçadas com argamassa de cimento, cal em pasta e areia fina peneirada, no traço 1:2:9, com espessura mínima de 0,015 m. O acabamento deverá ser desempenado a fim de obterem-se superfícies planas, lisas, uniformes e aprumadas;
- c) que todas as paredes externas deverão ser emboçadas com argamassa de cimento, cal em pasta e areia fina peneirada, no traço 1:2:9, com espessura mínima de 0,015 m. Deverão ser tomadas precauções e respeitadas as formas de execução indicadas no item anterior;
- d) que em volta de todas as paredes externas será feita uma barra impermeável;
- e) que nas paredes da cozinha, do banheiro e sobre o tanque, até a altura de 1,50 m, deverá ser executada uma barra lisa com demão de massa acrílica e posterior pintura a óleo;
- f) que os pisos de todas as dependências deverão ser executados com concreto simples, na espessura mínima de 0,06 m e desempenado, revestindo-o, posteriormente, com argamassa de cimento e areia fina de traço 1:3 e adesivos para concreto, queimado com cimento puro, alisado a colher.

4.4 Caracterização dos Conjuntos Habitacionais.

No desenvolvimento dos trabalhos de campo, vistoriaram-se inúmeras unidades habitacionais e analisaram-se, no total, 589 imóveis, investigados em Bauru, Macatuba, São Manuel, Areiópolis, Barra Bonita e Agudos.

A seguir, apresentam-se as características dos núcleos investigados, que são objeto de análise do presente estudo.

4.4.1 Conjunto Habitacional “A”, Bauru – SP.

O Conjunto “A”, teve seu respectivo “habite-se” expedido em 20 de agosto de 1984 pela Prefeitura Municipal de Bauru. Este conjunto habitacional é constituído por 1.228 unidades, sendo:

- 884 casas do tipo “T3”, contendo 1 sala, 1 circulação, 1 cozinha e 2 dormitórios, perfazendo uma área total construída de 40,41 m², resultando numa área útil de 34,36 m²;
- 344 casas do tipo “T5”, contendo 1 sala, 1 circulação, 1 cozinha e 3 dormitórios, perfazendo uma área total de 47,19 m², resultando numa área útil de 40,38 m².

Da análise do memorial descritivo da gleba, constatou-se:

- que o Núcleo “A” fica localizado no setor Norte da zona urbana da cidade, junto à Rodovia Marechal Rondon e ao trevo de acesso à Rodovia Bauru-Marília. Na figura 4.8, extraída do Google Earth, mostra-se uma vista geral do Conjunto Habitacional “A”;
- que o memorial descritivo previa um bairro composto de 59 quadras, das quais 50 destinadas a lotes residenciais, 7 quadras para sistema de lazer e 2 para fins institucionais, contendo um total de 1.262 lotes;
- que as águas pluviais seriam encaminhadas, naturalmente, para as vias públicas;
- que a gleba perfaz uma área total de 547.021,76 m², equivalentes a 22,604 alqueires paulista, distribuídos conforme mostrado na tabela 4.4.

Tabela 4.4 - Distribuição das áreas no Conjunto Habitacional “A”.

Conjunto Habitacional “A”	
Item	Área (m²)
Lotes	249.440,72
Sistemas de Lazer	56.253,35
Fins Institucionais	28.283,37
Área Verde	4.642,39
Área da faixa de preservação	16.423,49
Vias Públicas	191.978,44
ÁREA TOTAL DA GLEBA	547.021,76



Figura 4.8 - Vista aérea do Conjunto Habitacional “A” (fonte: Google Earth).

Da análise do memorial descritivo das casas, constatou-se:

- que as casas seriam construídas em alvenarias de tijolos, sobre base de concreto, com recuo de 5,00 m e pé-direito de 2,50 m;
- que as fundações seriam executadas em alvenaria de tijolos, sobre sapata corrida de concreto armado com 3 ferros CA-50, $\phi = 5\text{mm}$;
- que as casas seriam cobertas com telhas cerâmicas tipo francesa de 1ª qualidade, sem forro;
- que, para esquadrias, todos os caixilhos seriam de ferro “L” ou “T”. As portas externas e os batentes seriam de ferro e as portas internas de madeira;
- que as paredes da cozinha e banheiro seriam impermeabilizadas com barrado a óleo, até a altura de 1,55 m acima dos pisos;
- que os batentes, portas e vitrôs receberiam pintura a óleo em 3 demãos. As paredes de chapisco grosso seriam pintadas com caiação em 3 demãos.

O bairro é servido pelos melhoramentos públicos: escolas, transporte coletivo, rede de água e esgoto, coleta de lixo, guias e sarjetas, energia elétrica, telefone, pavimentação asfáltica, dentre outros.

A topografia local apresenta áreas praticamente planas e alguns trechos com acentuado declive, motivo pelo qual foram realizados grandes movimentos de terra, na época da implantação do processo seriado de produção das edificações do Núcleo.

As casas foram implantadas em cotas variáveis, tanto em regiões de corte, como de aterro, exigindo, em inúmeros casos, a execução de muros de arrimo.

Nesse conjunto habitacional, foram escolhidos 117 imóveis de um total de 1.228, e analisadas suas patologias mais frequentes. Na tabela 1 do Anexo A, apresentam-se as características dos citados imóveis.

4.4.2 Conjunto Habitacional “B”, Bauru – SP.

O Conjunto Habitacional “B”, teve seu competente “habite-se” expedido pela Prefeitura Municipal de Bauru em 03 de abril de 1991. Este conjunto habitacional é constituído por 739 unidades, sendo:

- 179 casas do tipo “T1”, contendo 1 dormitório, 1 sala, 1 banheiro, 1 hall de circulação e 1 cozinha, perfazendo uma área total construída de 33,62 m².
- 453 casas do tipo “T3”, contendo 1 sala, 1 banheiro, 1 circulação, 1 cozinha e 2 dormitórios, perfazendo uma área total de 40,41 m².
- 107 casas do tipo “T5”, com área de 47,19 m², contendo 1 sala, 1 banheiro, 1 circulação, 1 cozinha e 3 dormitórios.

Da análise dos documentos, como memoriais descritivos e projeto urbanístico do Núcleo, destacam-se, em síntese, os seguintes itens:

- O Conjunto Habitacional “B” é composto por 49 quadras, sendo 2 destinadas a fins comerciais, 3 para áreas institucionais, 3 reservadas para sistemas de lazer e 41 quadras, nas quais estão distribuídos os 937 lotes que compõem o loteamento;
- o material utilizado para aterro deverá ser depositado em camadas não superiores a 30 cm e compactados com rolo pé-de-carneiro ou rolo vibro, com teor de umidade ótima (w_{ot}) observando-se o limite de compactação de 95% do Proctor Normal;

- quanto ao sistema de drenagem de águas pluviais, que a drenagem, necessária e imprescindível em locais de solos arenosos e topografia com declividades razoáveis, vise evitar os inconvenientes existentes em áreas não drenadas;
- são previstas canalizações, bocas de lobo, guias e sarjetas, dissipadores de energia etc.;
- o memorial descritivo das casas seguirá conforme o descrito no item 4.3;
- o loteamento previa a distribuição mostrada na tabela 4.5.

Tabela 4.5 – Distribuição das áreas no Conjunto Habitacional “B”.

Conjunto Habitacional “B”	
Item	Área (m²)
Lotes	215.275,71
Sistemas Viário	136.918,17
Fins Institucionais	21.362,61
Comercial	3.165,00
Área verde ou lazer	42.980,31
Outros	2.051,00
ÁREA TOTAL DA GLEBA	421.752,80

O bairro é servido pelos melhoramentos públicos: escolas, transporte coletivo, rede de água e esgoto, coleta de lixo, guias e sarjetas, energia elétrica, telefone, pavimentação asfáltica, dentre outros.

A topografia local apresenta-se bastante irregular, com ruas de acentuado declive, motivo pelo qual foram realizados movimentos de terra, na época da implantação do processo seriado de produção das edificações do citado Núcleo.

As casas foram implantadas em cotas variáveis, com patamares elaborados por meio de corte e aterro, em grande parte dos prédios.

Nesse conjunto habitacional, foram escolhidos 11 imóveis de um total de 739, e analisadas suas patologias mais frequentes. Na tabela 2 do Anexo A, apresentam-se as características dos citados imóveis.

4.4.3 Conjunto Habitacional “C”, Bauru – SP.

O Conjunto Habitacional “C” teve seu “habite-se” expedido pela Prefeitura Municipal de Bauru em duas datas: 19 de abril de 1979 e em 16 de fevereiro de 1982. Este conjunto habitacional é constituído por 2.222 unidades, sendo:

- 1.116 casas do tipo “T2”, contendo 2 dormitórios, 1 sala, 1 banheiro e 1 cozinha, perfazendo uma área total construída de 33,75 m².
- 686 casas do tipo “T4”, contendo 1 sala, 1 banheiro, 1 cozinha e 3 dormitórios, perfazendo uma área total de 41,86 m².
- 420 casas do tipo “T6”, com área de 48,50 m², contendo 1 sala, 1 banheiro, 1 cozinha e 4 dormitórios.

Da análise do Memorial Descritivo da Gleba destinada à implantação do referido Conjunto Habitacional Popular, destaca-se:

- que o loteamento encontra-se localizado na região leste da cidade de Bauru, junto aos loteamentos Jardim Esperança, Jardim Olímpico, Jardim das Orquídeas e Jardim Samburá;
- que a área perfaz um total de 128 (cento e vinte e oito) quadras, sendo 25 (vinte e cinco) em forma de sistema de lazer, 7 (sete) em áreas para fins institucionais, 9 (nove) em área reservada para a empresa idealizadora do conjunto habitacional e 89 em forma de lotes, contendo um total de 2.338 (dois mil, trezentos e trinta e oito) lotes;
- que a topografia do terreno apresenta uma declividade média de 8,5%;
- que as glebas totalizam uma área de 989.012,84 m², distribuídos conforme mostrado na tabela 4.6.

Tabela 4.6 - Distribuição das áreas no Conjunto Habitacional “C”.

Conjunto Habitacional “C”	
Item	Área (m ²)
Lotes	473.734,47
Sistemas de Lazer	99.382,51
Fins Institucionais	31.871,72
Área reservada pela empresa idealizadora	59.137,12
Vias Públicas	324.887,02
ÁREA TOTAL DA GLEBA	989.012,84

Da análise do memorial descritivo das casas, constatou-se:

- que as casas seriam construídas em alvenarias de tijolos, sobre base de concreto simples, recuo de 3,00 m do alinhamento da rua e pé-direito de 2,50 m;
- que as fundações seriam executadas em alvenaria de tijolos, sobre sapata corrida de concreto armado com 3 ferros CA-50, $\phi = 5\text{mm}$;
- que as casas seriam cobertas com telhas cerâmicas tipo francesa de 1ª qualidade, sem forro;
- que, para esquadrias, todos os caixilhos seriam de ferro “L” ou “T”. As portas e respectivos batentes seriam de madeira;
- que as paredes da cozinha e banheiro seriam impermeabilizadas com barra a óleo, até a altura de 1,55 m acima dos pisos;
- que os batentes, portas e vitrôs receberiam pintura a óleo em três demãos. As paredes de chapisco grosso seriam pintadas com caiação em três demãos.

Nesse conjunto habitacional, foram escolhidos 87 imóveis de um total de 2.222, e analisadas suas patologias mais frequentes. Na tabela 3 do Anexo A, apresentam-se as características dos citados imóveis.

4.4.4 Conjunto Habitacional “D”, “E”, “F” e “G”, Macatuba – SP.

- **Conjunto Habitacional “D”**

O Conjunto Habitacional “D” é constituído por 364 unidades, sendo:

- 168 casas do tipo “T2”, contendo 2 dormitórios, 1 sala, 1 banheiro e 1 cozinha, perfazendo uma área total construída de 33,75 m².
- 124 casas do tipo “T4”, contendo 1 sala, 1 banheiro, 1 cozinha e 3 dormitórios, perfazendo uma área total de 41,86 m².
- 72 casas do tipo “T6”, com área de 48,50 m², contendo 1 sala, 1 banheiro, 1 cozinha e 4 dormitórios.

Da análise dos projetos, denominados de Planta de Urbanização e Loteamento do Conjunto Habitacional, constatou-se:

- que o Núcleo Habitacional “D” está localizado na zona sul da cidade de Macatuba/SP, praticamente junto à SP 261, rodovia estadual que liga Pederneiras a Lençóis Paulista;
- que a gleba na qual foi implantado o Conjunto Habitacional “D” perfaz uma área total de 140.075,92 m², distribuídos conforme mostrado na tabela 4.7.

Tabela 4.7 - Distribuição das áreas no Núcleo Habitacional “D”.

Núcleo Habitacional “D”	
Item	Área (m²)
Áreas p/ Lotes	73.544,00
Sistema de Lazer	14.028,50
Áreas Institucional	1.776,00
Áreas p/ Vias Públicas	50.717,42
ÁREA TOTAL DA GLEBA	140.075,92

- **Conjunto Habitacional “E”**

O Conjunto Habitacional “E” é constituído por 332 unidades, sendo:

- 170 casas do tipo “T2”, contendo 2 dormitórios, 1 sala, 1 banheiro e 1 cozinha, perfazendo uma área total construída de 33,75 m².
- 118 casas do tipo “T4”, contendo 1 sala, 1 banheiro, 1 cozinha e 3 dormitórios, perfazendo uma área total de 41,86 m².
- 44 casas do tipo “T6”, com área de 48,50 m², contendo 1 sala, 1 banheiro, 1 cozinha e 4 dormitórios.

Da análise dos documentos, como o projeto urbanístico do Núcleo, destacam-se, em síntese, os seguintes itens:

- que o Núcleo Habitacional “E” está localizado na zona sul da cidade de Macatuba/SP, praticamente junto à SP 261, rodovia estadual que liga Pederneiras a Lençóis Paulista;
- que a gleba na qual foi implantado o Conjunto Habitacional “E” perfaz uma área total de 188.720,40 m², distribuídos conforme mostrado na tabela 4.8.

Tabela 4.8 - Distribuição das áreas no Núcleo Habitacional “E”.

Núcleo Habitacional “E”	
Item	Área (m²)
Áreas p/ Lotes	98.520,00
Sistema de Lazer	18.875,86
Áreas Institucional	5.641,26
Áreas p/ Vias Públicas	65.683,28
ÁREA TOTAL DA GLEBA	188.720,40

- **Conjunto Habitacional “F”**

O Conjunto Habitacional “F” é constituído por 419 unidades, sendo:

- 275 casas do tipo “T3”, contendo 1 sala, 1 circulação, 1 cozinha e 2 dormitórios, perfazendo uma área total construída de 40,41 m², resultando numa área útil de 34,36 m²;
- 144 casas do tipo “T5”, contendo 1 sala, 1 circulação, 1 cozinha e 3 dormitórios, perfazendo uma área total de 47,19 m², resultando numa área útil de 40,38 m².

Da análise dos documentos como projeto urbanístico do Núcleo, destacam-se, em síntese, os seguintes itens:

- que o Núcleo Habitacional “F” está localizado na zona sul da cidade de Macatuba/SP, praticamente junto à SP 261, rodovia estadual que liga Pederneiras a Lençóis Paulista;
- que a gleba na qual foi implantado o Conjunto Habitacional “F” perfaz uma área total de 188.720,40 m², distribuídos conforme mostrado na tabela 4.9.

Tabela 4.9 - Distribuição das áreas no Núcleo Habitacional “F”.

Núcleo Habitacional “F”	
Item	Área (m²)
Áreas p/ Lotes	85.058,50
Sistema de Lazer	18.615,42
Área Verde	1.096,08
Áreas Institucional	733,34
Creche	5.590,26
Áreas p/ Vias Públicas	60.641,77
ÁREA TOTAL DA GLEBA	171.735,37 m²

- **Conjunto Habitacional “G”**

O Conjunto Habitacional “G” é constituído por 138 unidades, sendo:

- 138 casas do tipo “T3”, contendo 1 sala, 1 circulação, 1 cozinha e 2 dormitórios, perfazendo uma área total construída de 40,41 m², resultando numa área útil de 34,36 m².

Da análise dos documentos como projeto urbanístico do Núcleo, destaca-se, em síntese, o seguinte item:

- que a gleba na qual foi implantado o Conjunto Habitacional “G” perfaz uma área total de 54.787,16 m², distribuídos conforme mostrado na tabela 4.10.

Tabela 4.10 - Distribuição das áreas no Núcleo Habitacional “G”.

Núcleo Habitacional “G”	
Item	Área (m²)
Áreas p/ Lotes	27.653,12
Sistema de Lazer	5.772,23
Áreas Institucional	378,16
Áreas p/ Vias Públicas	20.983,65
ÁREA TOTAL DA GLEBA	54.787,16

Pela análise dos documentos, verificou-se que todos os bairros foram servidos pelos melhoramentos públicos: escolas, transporte coletivo, rede de água e esgoto, coleta de lixo, guias e sarjetas, energia elétrica, telefone, pavimentação asfáltica, dentre outros.

Com relação ao memorial descritivo padrão fornecido, representativo de núcleos habitacionais coordenados pela empresa idealizadora, são destacados os itens elencados a seguir:

- a) A fundação será constituída por placas de transmissão de carga ao terreno que ocupa toda a área de construção (tipo radier), conforme especificado em projeto, e a sua execução deverá obedecer ao que segue:
 - Os lotes deverão ser terraceados, observando-se um caimento mínimo dos fundos para a frente deles, de forma a permitir o escoamento das águas das chuvas;
 - A cota mínima do canto mais baixo do lote terraceado, no seu alinhamento, deverá ser de 0,20 m da guia da rua, como primeira referência, ou do passeio público;

- Após o terraceamento, os lotes deverão ser compactados mecanicamente, de modo a obter, no material compactado, independentemente de ser o mesmo proveniente de corte ou aterro, densidade igual ou superior a 95% do Proctor Normal;
 - Nos lotes onde ocorrer apenas aterro e naqueles onde ocorrer seção mista (corte e aterro), deverá ser executado controle geotécnico. Nos lotes onde se processe apenas operação de corte, este controle deverá ser executado a critério da fiscalização. Tal controle geotécnico compreenderá ensaios de compactação pelo método DER-M-13; determinação da densidade aparente seca obtida in situ; determinação da umidade com Speedy ou similar; controle de espessura e do número de passadas.
 - O concreto a ser utilizado no radier será no traço 1:3:5, pedra britada número 2, fck = 120 kgf/cm², lançado sobre lastro de pedra britada número 01.
 - Todos os demais detalhes executivos, dimensões, armação, assentamento das primeiras fiadas da alvenaria, etc., devem obedecer ao constante no projeto gráfico fornecido por esta empresa idealizadora do conjunto habitacional.
- b) As paredes internas e externas do projeto serão executadas com tijolos maciços, ou blocos de concreto, ou tijolos cerâmicos de 8 furos, assentados com argamassa mista de cal e areia, no traço 1:3, com adição de 100 kg de cimento por m³ de argamassa.

Os prédios foram originalmente entregues sem forro, com telhado em duas águas, cuja estrutura é composta por madeira pontaleteada, coberta com telhas cerâmicas tipo francesa ou romana.

Nesses conjuntos habitacionais, foram escolhidos 61 imóveis de um total de 1.253, e analisadas suas patologias mais frequentes. Na tabela 4 do Anexo A, apresentam-se as características dos citados imóveis.

4.4.5 Núcleo Habitacional “H”, São Manuel – SP.

O Núcleo Habitacional “H”, construído na cidade de São Manuel-SP, cujo “habite-se” foi concedido em 22 de março de 1985, é constituído por 1.381 casas, sendo:

- 580 casas do tipo “T2”, contendo 2 dormitórios, 1 sala, 1 banheiro e 1 cozinha, perfazendo uma área total construída de 33,75 m².
- 600 casas do tipo “T4”, contendo 1 sala, 1 banheiro, 1 cozinha e 3 dormitórios, perfazendo uma área total de 41,86 m².

- 201 casas do tipo “T6”, com área de 48,50 m², contendo 1 sala, 1 banheiro, 1 cozinha e 4 dormitórios.

Da análise Memorial Descritivo da Gleba destinada à implantação do referido Conjunto Habitacional Popular, destaca-se:

- que o Núcleo Habitacional fica localizado no setor sul da zona urbana da cidade, junto à Rodovia Marechal Rondon e trevo de acesso a São Manuel-SP;
- que a gleba perfaz uma área total de **679.745,05 m²**, equivalentes a 26,762 alqueires paulista, distribuídos conforme mostrado na tabela 4.11;
- que estava previsto um bairro composto por 62 (sessenta e duas) quadras, das quais 46 (quarenta e seis) destinadas a lotes residenciais, 11 (onze) quadras para sistema de lazer e 5 (cinco) para fins institucionais, contendo um total de 1.348 (um mil trezentos e quarenta e oito) lotes;
- que as águas pluviais seriam encaminhadas naturalmente para as vias públicas.

Tabela 4.11 - Distribuição das áreas no Núcleo Habitacional “H”.

Núcleo Habitacional “H”	
Item	Área (m²)
Áreas p/ Lotes	289.161,39
Áreas p/ Sistemas de Lazer	76.533,89
Áreas para Fins Institucionais	67.564,59
Áreas p/ Vias Públicas	216.972,64
Áreas p/ Faixa Não Edificante	29.512,54
ÁREA TOTAL DA GLEBA	679.745,05

Da análise do memorial descritivo das casas, constatou-se:

- que as casas seriam construídas em alvenarias de tijolos, sobre base de concreto, com recuo de 5,00 m e pé-direito de 2,50 m;
- que as fundações seriam executadas em alvenaria de tijolos, sobre sapata corrida de concreto armado com 3 ferros CA-50, $\phi = 5\text{mm}$;
- que as casas seriam cobertas com telhas cerâmicas tipo francesa de 1ª qualidade, sem forro;
- que, para esquadrias, todos os caixilhos seriam de ferro “L” ou “T”. As portas e respectivos batentes seriam de madeira;

- que as paredes da cozinha e banheiro seriam impermeabilizadas com barra a óleo, até a altura de 1,50 m acima dos pisos;
- que os batentes, portas e vitrôs receberiam pintura a óleo em três demãos. As paredes de chapisco grosso seriam pintadas com caiação em três demãos.

Neste conjunto habitacional, foram escolhidos 33 imóveis de um total de 1.381, e analisadas suas patologias mais frequentes. Na tabela 5 do Anexo A, apresentam-se as características dos citados imóveis.

4.4.6 Núcleo Habitacional “T”, Areiópolis – SP.

O Núcleo Habitacional “T”, na cidade de Areiópolis-SP, foi construído em duas etapas. A primeira teve seu “habite-se” expedido pela Prefeitura Municipal de Areiópolis em 16 de novembro de 1978, e envolveu a construção de 200 unidades. Na segunda etapa, foram edificadas mais 320 unidades. Compôs-se, então, um total de 520 unidades, sendo:

- 268 casas do tipo “T2”, contendo 2 dormitórios, 1 sala, 1 banheiro e 1 cozinha, perfazendo uma área total construída de 33,75 m².
- 180 casas do tipo “T4”, contendo 1 sala, 1 banheiro, 1 cozinha e 3 dormitórios, perfazendo uma área total de 41,86 m².
- 72 casas do tipo “T6”, com área de 48,50 m², contendo 1 sala, 1 banheiro, 1 cozinha e 4 dormitórios.

Da análise Memorial Descritivo da Gleba destinada a implantação do referido Conjunto Habitacional Popular, destaca-se:

- que o Núcleo Habitacional fica localizado no setor oeste da zona urbana da cidade, junto à Rodovia Marechal Rondon e ao trevo de acesso a Areiópolis-SP;
- que a gleba da primeira etapa perfaz uma área total de **80.828 m²**, equivalentes a 3,340 alqueires paulista, e a gleba da segunda etapa perfaz uma área total de **141.297,25 m²**, equivalentes a 5,839 alqueires paulista, distribuídos conforme mostrado nas tabelas 4.12 e 4.13;
- que as águas pluviais seriam encaminhadas naturalmente para as vias públicas.

Tabela 4.12 – Distribuição das áreas no Núcleo Habitacional “I” (1ª etapa).

Núcleo Habitacional “I” (1ª etapa)	
Item	Área (m²)
Lotes	41.120,00
Praças e Jardins	8.698,55
Vias Públicas	31.009,45
ÁREA TOTAL DA GLEBA	80.828,00

Tabela 4.13 – Distribuição das áreas no Núcleo Habitacional “I” (2ª etapa).

Núcleo Habitacional “I” (2ª etapa)	
Item	Área (m²)
Lotes	63.488,00
Sistemas de Lazer	14.481,83
Fins Institucionais	12.885,08
Vias Públicas	50.442,34
ÁREA TOTAL DA GLEBA	141.297,25

Da análise do memorial descritivo das casas, constatou-se:

- que as casas seriam construídas em alvenarias de tijolos, sobre base de concreto, com recuo de 5,00 m e pé-direito de 2,50 m;
- que as fundações seriam executadas em alvenaria de tijolos, sobre sapata corrida de concreto armado com 3 ferros CA-50, $\phi = 5\text{mm}$;
- que as casas seriam cobertas com telhas cerâmicas tipo francesa de 1ª qualidade, sem forro;
- que para esquadrias, todos os caixilhos seriam de ferro “L” ou “T”. As portas e respectivos batentes seriam de madeira;
- que as paredes da cozinha e banheiro seriam impermeabilizadas com barra a óleo, até a altura de 1,50 m acima dos pisos;
- que os batentes, portas e vitrôs receberiam pintura a óleo em três demãos. As paredes de chapisco grosso seriam pintadas com caição em três demãos.

Nesse conjunto habitacional, foram escolhidos 40 imóveis de um total de 520, e analisadas suas patologias mais frequentes. Na tabela 6 do Anexo A, apresentam-se as características dos citados imóveis.

4.4.7 Conjunto Habitacional “J”, Barra Bonita – SP.

O Conjunto Habitacional “J”, na cidade de Barra Bonita-SP, foi construído em duas etapas, com as mesmas tipologias e executadas em sequência. A primeira foi entregue em 1982 e a segunda, em 1984, envolvendo a construção de um total de 994 unidades habitacionais.

Embora haja alguma distinção entre os padrões edificados nos núcleos, de forma geral, é seguido um determinado padrão, que permite afirmar que as unidades são padronizadas. As unidades possuem as seguintes edificações-tipo: “T2”, contendo 2 dormitórios, 1 sala, 1 banheiro e 1 cozinha, perfazendo uma área total construída de 33,75 m²; “T4”, contendo 1 sala, 1 banheiro, 1 cozinha e 3 dormitórios, perfazendo uma área total de 41,80 m² e “T6”, com área de 49,60 m², contendo 1 sala, 1 banheiro, 1 cozinha e 4 dormitórios.

O memorial descritivo das casas segue, em linhas gerais, o padrão, fornecido pela empresa idealizadora, representativo de núcleos habitacionais coordenados por ela, conforme descrito no item 4.3.

O elemento de transferência de cargas para o solo escolhido é a sapata corrida, a qual foi executada cerca de 30 cm abaixo do nível do terreno. As unidades, originalmente, foram entregues com uma calçada de 0,60 m ao redor da casa.

Nos telhados, constatou-se a execução de um tipo de estrutura denominada de pontaleteada, que corresponde àquela em que as terças são apoiadas em pontaltes de altura variável e enrijecidas com sarrafos ou caibros.

Para alvenaria de vedação, foram utilizados tijolos cerâmicos de 8 furos, inclusive no oitão onde estão apoiadas as terças do telhado.

Nestes conjuntos habitacionais, foram escolhidos 70 imóveis de um total de 994, e analisadas suas patologias mais frequentes. Na tabela 7 do Anexo A, apresentam-se as características dos citados imóveis.

4.4.8 Núcleo Habitacional “K”, Agudos-SP.

O Núcleo Habitacional “K”, construído na cidade de Agudos-SP, é constituído por 396 casas, sendo:

- 176 casas do tipo “T2”, contendo 2 dormitórios, 1 sala, 1 banheiro e 1 cozinha, perfazendo uma área total construída de 33,75 m².

- 148 casas do tipo “T4”, contendo 1 sala, 1 banheiro, 1 cozinha e 3 dormitórios, perfazendo uma área total de 41,86 m².
- 72 casas do tipo “T6”, com área de 48,50 m², contendo 1 sala, 1 banheiro, 1 cozinha e 4 dormitórios.

Na tabela 4.14, mostra-se a maneira como a distribuição das áreas no núcleo foi feita.

Tabela 4.14 - Distribuição das áreas no Núcleo Habitacional “K”.

Núcleo Habitacional “K”	
Item	Área (m²)
Áreas p/ Lotes	79.072,00
Praças	18.548,00
Áreas Institucional	3.184,00
Áreas p/ Vias Públicas	57.536,00
ÁREA TOTAL DA GLEBA	158.340,00

Na figura 4.9, mostra-se uma vista geral do Núcleo Habitacional “K”.



Figura 4.9 - Vista aérea do Núcleo Habitacional “K”.

Neste conjunto habitacional, foram escolhidos 13 imóveis de um total de 396, e analisadas suas patologias mais frequentes. Na tabela 8 do Anexo A, apresentam-se as características dos citados imóveis.

4.4.9 Núcleo Habitacional “L”, Agudos-SP.

O Núcleo Habitacional “L”, construído na cidade de Agudos-SP, é constituído por 630 casas, sendo:

- 176 casas do tipo “T2”, contendo 2 dormitórios, 1 sala, 1 banheiro e 1 cozinha, perfazendo uma área total construída de 33,75 m².
- 148 casas do tipo “T4”, contendo 1 sala, 1 banheiro, 1 cozinha e 3 dormitórios, perfazendo uma área total de 41,86 m².
- 72 casas do tipo “T6”, com área de 48,50 m², contendo 1 sala, 1 banheiro, 1 cozinha e 4 dormitórios.

Na tabela 4.15, mostra-se a maneira como a distribuição das áreas no núcleo foi feita.

Tabela 4.15 - Distribuição das áreas no Núcleo Habitacional “L”.

Núcleo Habitacional “L”	
Item	Área (m ²)
Áreas p/ Lotes	126.029,67
Sistema de Lazer	25.976,55
Áreas Institucional	11.403,48
Áreas p/ Vias Públicas	93.318,65
ÁREA TOTAL DA GLEBA	256.728,35

O memorial descritivo das casas edificadas em ambos os núcleos segue, em linhas gerais, o padrão fornecido pela empresa idealizadora, representativo de núcleos habitacionais coordenados por ela, conforme descrito no item 4.3.

O elemento de transferência de cargas para o solo escolhido é a sapata corrida, a qual foi executada cerca de 0,50 m abaixo do nível do terreno. As unidades, originalmente, foram entregues com uma calçada de 0,60 m ao redor da casa.

Nos telhados, constatou-se a execução de um tipo de estrutura denominada de pontaleteada, que corresponde àquela em que as terças são apoiadas em pontaletes de altura variável e enrijecidas com sarrafos ou caibros.

Para alvenaria de vedação, foram utilizados tijolos cerâmicos de 8 furos, inclusive no oitão, onde estão apoiadas as terças do telhado.

Nesse conjunto habitacional, foram escolhidos 157 imóveis de um total de 630, e analisadas suas patologias mais frequentes. Na tabela 9 do Anexo A, apresentam-se as características dos citados imóveis.

5. Levantamento de Patologias.

Neste capítulo, são apresentadas as metodologias de investigação sobre a situação das fundações, coberturas e alvenarias das residências, bem como os resultados das investigações realizadas nos conjuntos habitacionais anteriormente descritos, cujas unidades, conforme mencionado, foram previamente escolhidas de forma não aleatória, ou seja, nas unidades escolhidas já havia algum tipo de anomalia.

5.1 Investigação das Fundações.

Em linhas gerais, a construção das unidades habitacionais foram norteadas pelo memorial descritivo apresentado no item 4.3. Dessa forma, a fundação adotada poderia ser do tipo rasa, ficando a critério da construtora executar sapata direta ou radier, escolha esta condicionada a prévios estudos e análises do solo.

Nas residências pesquisadas e naquelas cujas fundações foram investigadas, verificou-se que o tipo de solução adotada para transferência de cargas ao solo não segue um padrão específico, pois para um mesmo núcleo habitacional houve tanto a ocorrência de sapata direta como de radier. Tal fato justifica-se por haver diferentes construtoras executando as unidades habitacionais e, conseqüentemente, adotando critérios diversificados para a solução das fundações.

Para verificação de patologias nas fundações, foi realizada, em um número reduzido de residências, a investigação do subsolo, por meio de aberturas dos pisos de concreto, seguidos de valas no terreno. Nas figuras 5.1 a 5.3, demonstra-se o método utilizado.



A abertura dessas valas permitiu observar que os responsáveis pelas construções utilizaram fundação rasa ou superficial, adotando-se como solução o tipo radier ou sapata corrida, apoiada a cerca de 0,45 m da superfície do terreno.

O radier, para o caso de pequenas construções, é semelhante a uma laje maciça de concreto de cerca de 0,10 m de espessura, executada diretamente na superfície do terreno, aliada ou não a uma malha de aço, com função de armadura, destinada a suportar eventuais esforços de tração. Nas figuras 5.4 a 5.6, ilustram-se os detalhes executivos do radier.



Figura 5.4 – Vista das fôrmas para execução do radier.



Figura 5.5 – Vista da malha utilizada como armadura.



Figura 5.6 – Vista do radier.

Na fundação tipo sapata corrida, de forma geral, foram assentadas 3 fiadas de bloco de concreto sobre ela e, sobrejacente a estas, foi executada uma canaleta, com tijolos em “espelho”, preenchidos com concreto e funcionando como viga baldrame. Nas figuras 5.7 e 5.8, destacam-se a sapata corrida executada, as fiadas de bloco de concreto e a viga baldrame.



Figura 5.7 - Vista do “alicerce”.

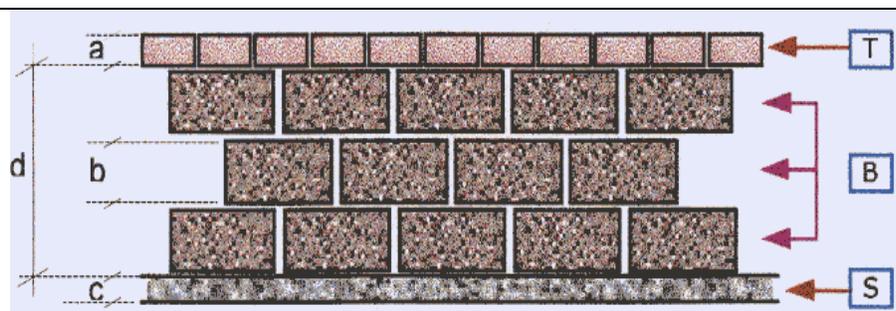


Figura 5.8 - Vista da solução adotada para suporte das paredes.

Legenda da figura 5.8

T	→	Canaleta de tijolos maciços, de espelho, preenchida com concreto - viga baldrame	
B	→	Fiadas de blocos de concreto	
S	→	Sapata corrida executada	
a	→	Altura da canaleta, funcionando como viga baldrame	→ 0,110 m
b	→	Altura dos blocos de concreto utilizados	→ 0,200 m
c	→	Altura da sapata corrida executada	→ 0,075 a 0,090 m
d	→	Altura total das 3 fiadas de blocos de concreto	→ 0,650 m

5.2 Investigação das Coberturas.

Com relação às coberturas das unidades habitacionais, observou-se que estas foram executadas com um tipo de estrutura denominada de pontaleteada, que corresponde àquela cujas terças são apoiadas em pontaletes de altura variável e enrijecidas com sarrafos ou caibros. Em parte das residências houve a supressão da terça intermediária, ocorrendo nestes casos, portanto, somente a viga da cumeeira e a terça de transferência de cargas para a alvenaria. Todas as casas, originalmente, foram entregues com telhas cerâmicas e sem forro.

A vistoria nos telhados foi realizada, inicialmente, pela parte externa, visando à constatação das deformações existentes nos panos do telhado, nas direções longitudinal e transversal. Posteriormente, analisou-se o madeiramento, observando-se a montagem e as dimensões das peças utilizadas, a qualidade das ligações etc.. Nas figuras 5.9 e 5.10, mostra-se a metodologia para verificação das deformações do pano do telhado e a observação das condições do madeiramento.



Figura 5.9 – Verificação das deformações no telhado.



Figura 5.10 – Observação da estrutura do telhado.

5.3 Investigação da Alvenaria.

Para a investigação da alvenaria, semelhantemente ao método de investigação das fundações, foram escolhidas algumas unidades habitacionais, visando à verificação da existência de vergas, contravergas e viga de respaldo. Essa análise foi feita por meio de cortes no reboco em trechos próximos à janela, no caso de contravergas e vergas, e cortes na alvenaria onde se encontra o respaldo.

A partir das investigações, observou-se que, em geral, foram utilizados tijolos cerâmicos de 8 furos, inclusive no oitão onde estão apoiadas as terças do telhado. Verificou-se, também, que em alguns casos havia verga e contraverga, em outros, somente verga e, em outros ainda, não havia nenhum desses elementos.

Com relação ao reboco, verificou-se que não foi aplicada camada de chapisco para aderência deste ao elemento de vedação e que a argamassa de revestimento foi efetuada com mistura de areia fina e cal, sem adição de cimento, ou em quantidades insuficientes.

Como solução para a viga de respaldo, foram utilizados, em geral, blocos cerâmicos tipo U, de 0,10 x 0,20 x 0,40 m³, preenchidos com concreto, além de uma fiada de tijolo cerâmico furado, assentado com argamassa mista.

Nas figuras 5.11 a 5.14, demonstra-se o método utilizado nas investigações da alvenaria.



5.4 Principais Patologias.

Na tabela 5.1, apresenta-se uma síntese dos núcleos estudados, destacando-se a quantidade de unidades construídas e o número de unidades analisadas.

Tabela 5.1 – Síntese da quantidade de unidades construídas e estudadas.

Núcleo	Nome	Cidade	Imóveis Construídos	Imóveis Investigados	%
01	Conjunto Habitacional "A"	Bauru	1.228	117	9,53
02	Conjunto Habitacional "B"	Bauru	739	11	1,49
03	Conjunto Habitacional "C"	Bauru	2.222	87	3,92
04	Conjunto Habitacional "D"	Macatuba	364		
05	Conjunto Habitacional "E"	Macatuba	332	61	4,87
06	Conjunto Habitacional "F"	Macatuba	419		
07	Conjunto Habitacional "G"	Macatuba	138		
08	Conjunto Habitacional "H"	São Manuel	1.381	33	2,39
09	Conjunto Habitacional "I" (1ª etapa)	Areiópolis	200	40	7,69
10	Conjunto Habitacional "I" (2ª etapa)	Areiópolis	320		
11	Conjunto Habitacional "J"	Barra Bonita	994	70	7,04
12	Conjunto Habitacional "K"	Agudos	396	13	3,28
13	Conjunto Habitacional "L"	Agudos	630	157	24,92
TOTAL			9.363	589	6,29

A análise das edificações foi conduzida no intuito de verificar as patologias existentes nos prédios e a frequência de sua ocorrência.

Nas tabelas 5.2 e 5.3, apresenta-se um resumo do número de unidades, por conjunto habitacional, que apresentaram anomalias na cobertura, alvenaria, pisos, com especial atenção aos recalques das fundações que se refletem em fissuras, trincas e rachaduras (FTR), o que espelha o mau desempenho da obra.

Este quadro patológico global permite uma visão geral das condições de habitabilidade e o grau de comprometimento da vida útil dos prédios, o que pode, em alguns casos, estampar o mau comportamento das fundações.

Tabela 5.2 – Resumo das patologias existentes nos imóveis.

	CONJ. HAB. "A" (BAURU-SP)	CONJ. HAB. "B" (BAURU-SP)	CONJ. HAB. "C" (BAURU-SP)	CONJ. HAB. "D", "E", "F", "G" (MACATUBA-SP)	CONJ. HAB. "H" (SÃO MANUEL-SP)
TOTAL DE CASAS PESQUISADAS	117	11	87	61	33
DANOS GERAIS					
FTR PAREDES	101	9	71	42	25
FTR PISO	69	4	58	35	12
REBOCO DANIFICADO	99	8	13	42	30
MANCHA DE UMIDADE NAS PAREDES	100	6	47	34	19
ANOMALIAS NA REDE DE ESGOTO	19	3	30	10	1
PROBLEMAS NA REDE HIDRÁULICA	24	3	5	6	5
RECALQUES DE FUNDAÇÃO	75	6	47	25	14
COBERTURA					
ESTRUTURA DEFORMADA	115	8	82	60	29
BEIRAL APODRECIDO	88	4	47	57	26
GOTEIRA / VAZAMENTOS	47	2	68	18	16
INEXISTÊNCIA DE TESOURAS	113	10	80	61	32
CUPINS / BROCCAS	17	1	4	4	3

Tabela 5.3 - Resumo das patologias existentes nos imóveis.

	CONJ. HAB. "I" (AREIÓPOLIS-SP)	CONJ. HAB. "J" (BARRA BONITA- SP)	CONJ. HAB. "K" (AGUDOS-SP)	CONJ. HAB. "L" (AGUDOS-SP)	TOTAL
TOTAL DE CASAS PESQUISADAS	40	70	13	157	589
DANOS GERAIS					
FTR PAREDES	40	51	13	157	509
FTR PISO	15	24	9	144	370
REBOCO DANIFICADO	21	56	2	152	423
MANCHA DE UMIDADE NAS PAREDES	8	40	9	134	397
ANOMALIAS NA REDE DE ESGOTO	4	2	4	37	110
PROBLEMAS NA REDE HIDRÁULICA	0	4	1	15	63
RECALQUES DE FUNDAÇÃO	34	23	13	157	394
COBERTURA					
ESTRUTURA DEFORMADA	29	54	13	157	547
BEIRAL APODRECIDO	30	29	13	157	451
GOTEIRA / VAZAMENTOS	1	22	13	156	343
INEXISTÊNCIA DE TESOURAS	40	70	13	157	576
CUPINS / BROCAS	1	0	0	18	48

As análises efetuadas nas tabelas 5.2 e 5.3 permitiram determinar as patologias mais frequentes nas edificações, fornecendo uma visão geral das condições de deterioração dos prédios. Nas figuras 5.13 a 5.30, destacam-se as patologias mais relevantes que afetaram os imóveis estudados, em cada núcleo habitacional pesquisado e, por fim, nas figuras 5.31 e 5.32, mostra-se a incidência de patologias, levando-se em conta todas as unidades habitacionais.

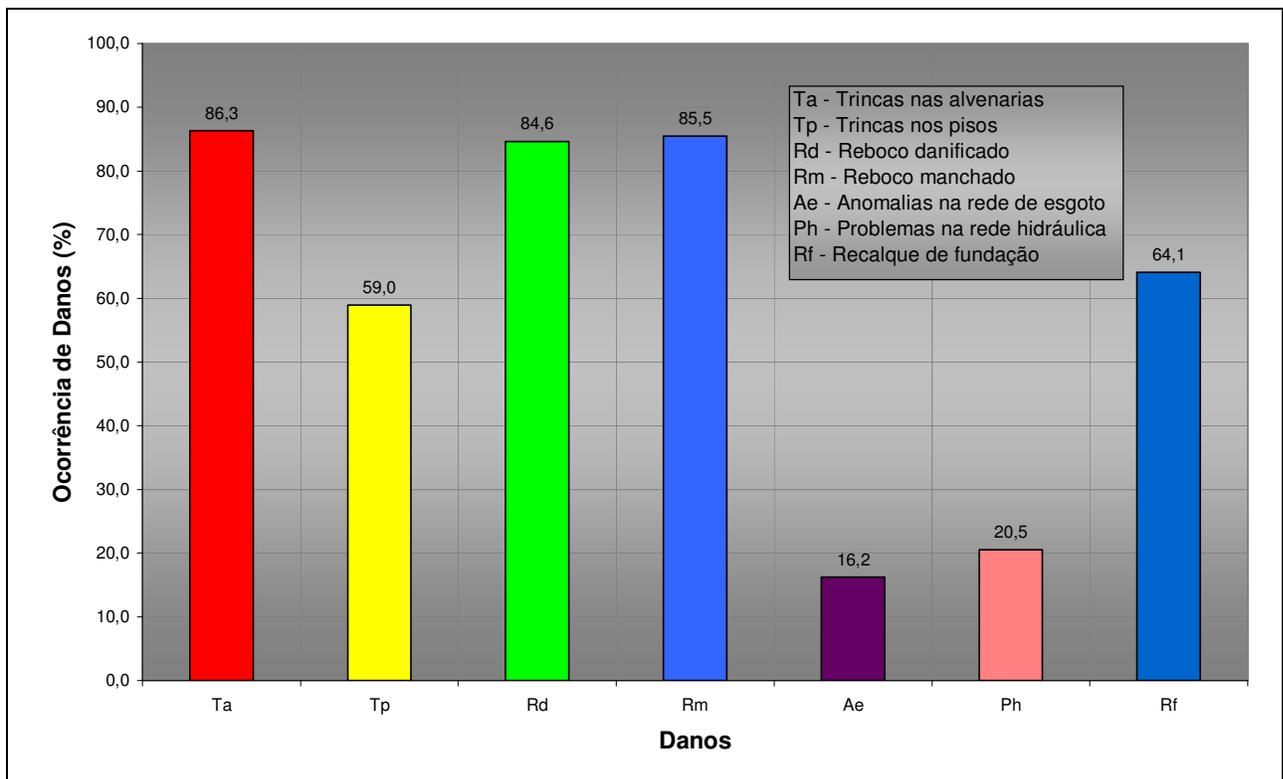


Figura 5.13 – Manifestações patológicas em residências do Conj. Hab. “A” – Bauru-SP.

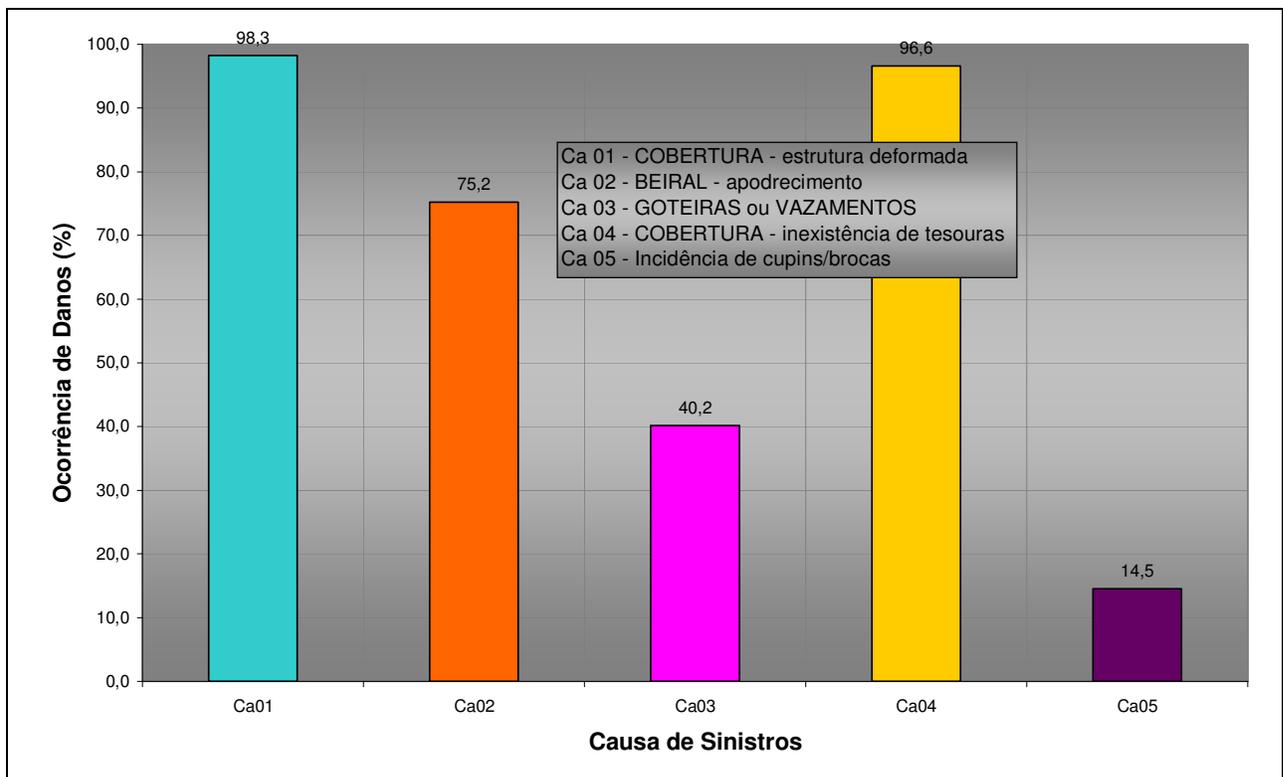


Figura 5.14 – Manifestações patológicas em coberturas de residências do Conj. Hab. “A” - Bauru-SP.

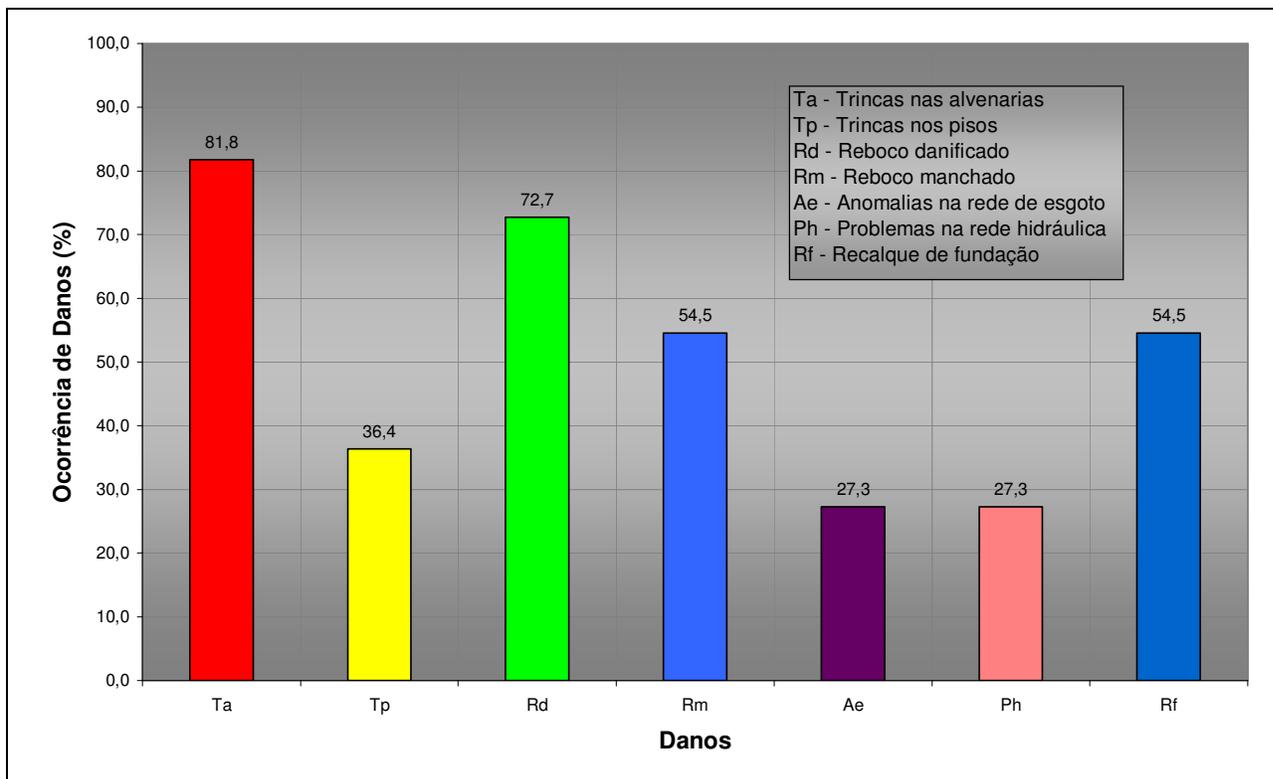


Figura 5.15 – Manifestações patológicas em residências do Conj. Hab. “B” – Bauru-SP.

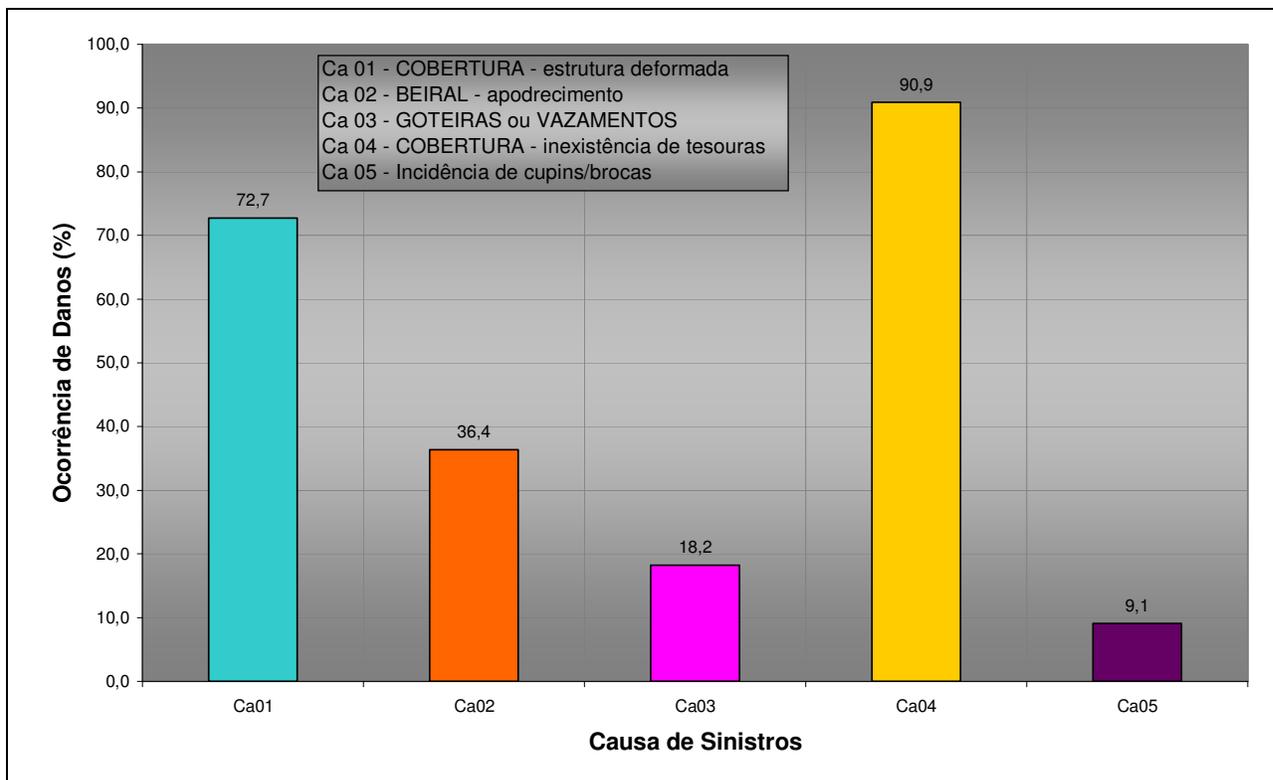


Figura 5.16 – Manifestações patológicas em coberturas de residências do Conj. Hab. “B” – Bauru-SP.

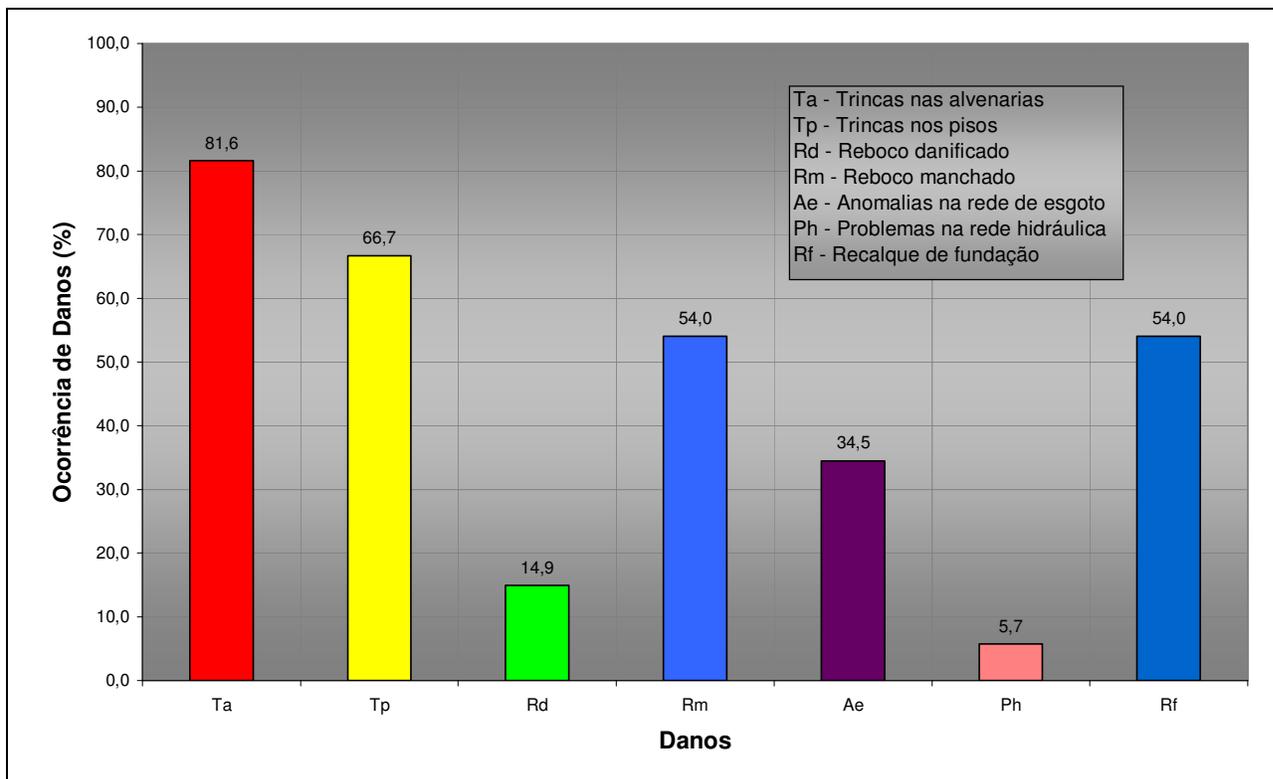


Figura 5.17 – Manifestações patológicas em residências do Conj. Hab. “C” – Bauru-SP.

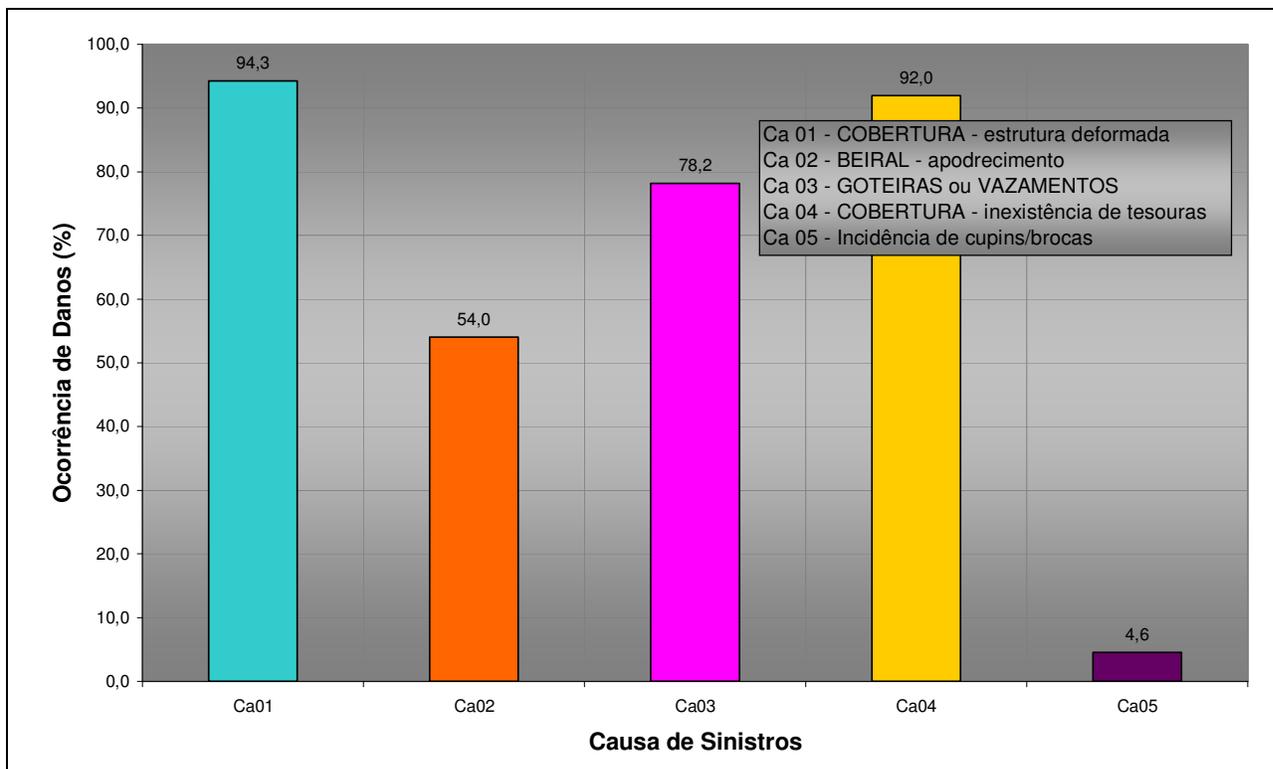


Figura 5.18 – Manifestações patológicas em coberturas de residências do Conj. Hab. “C” – Bauru-SP.

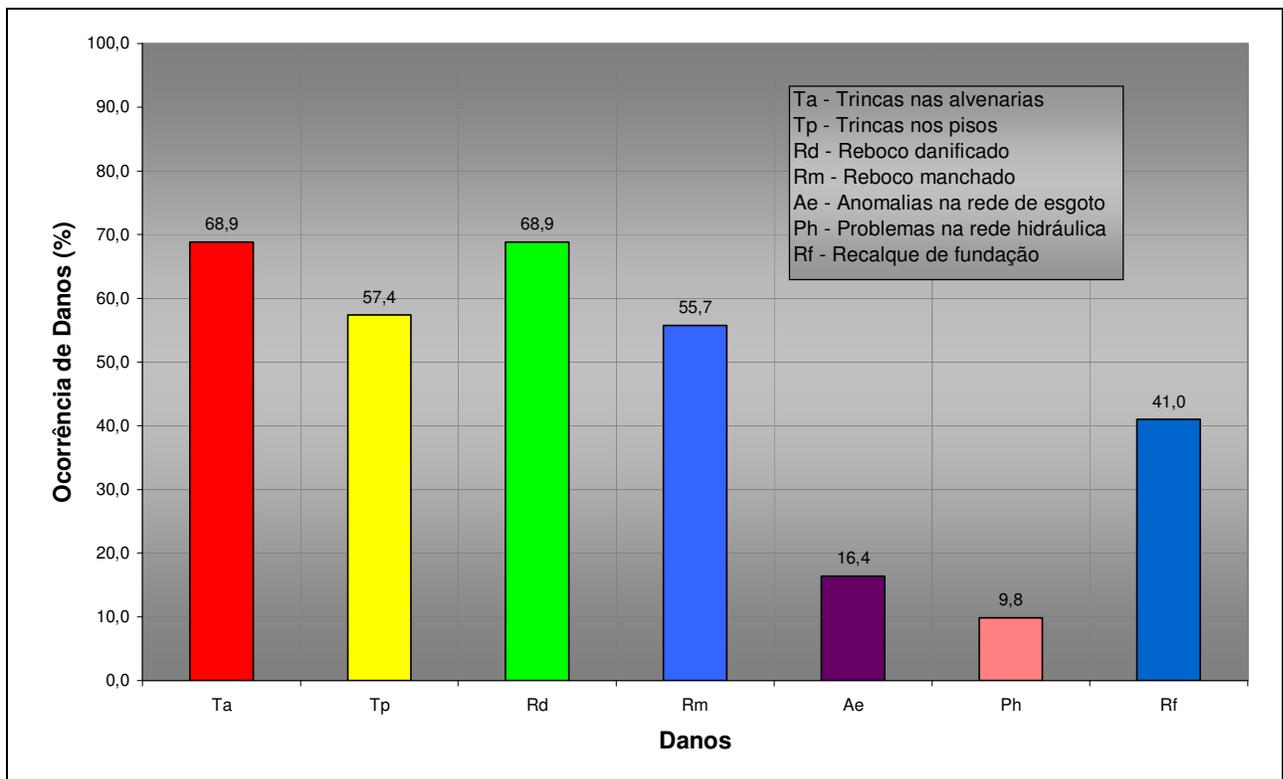


Figura 5.19 - Manifestações patológicas em residências do Conj. Hab. “D”, “E”, “F” e “G” – Macatuba-SP.

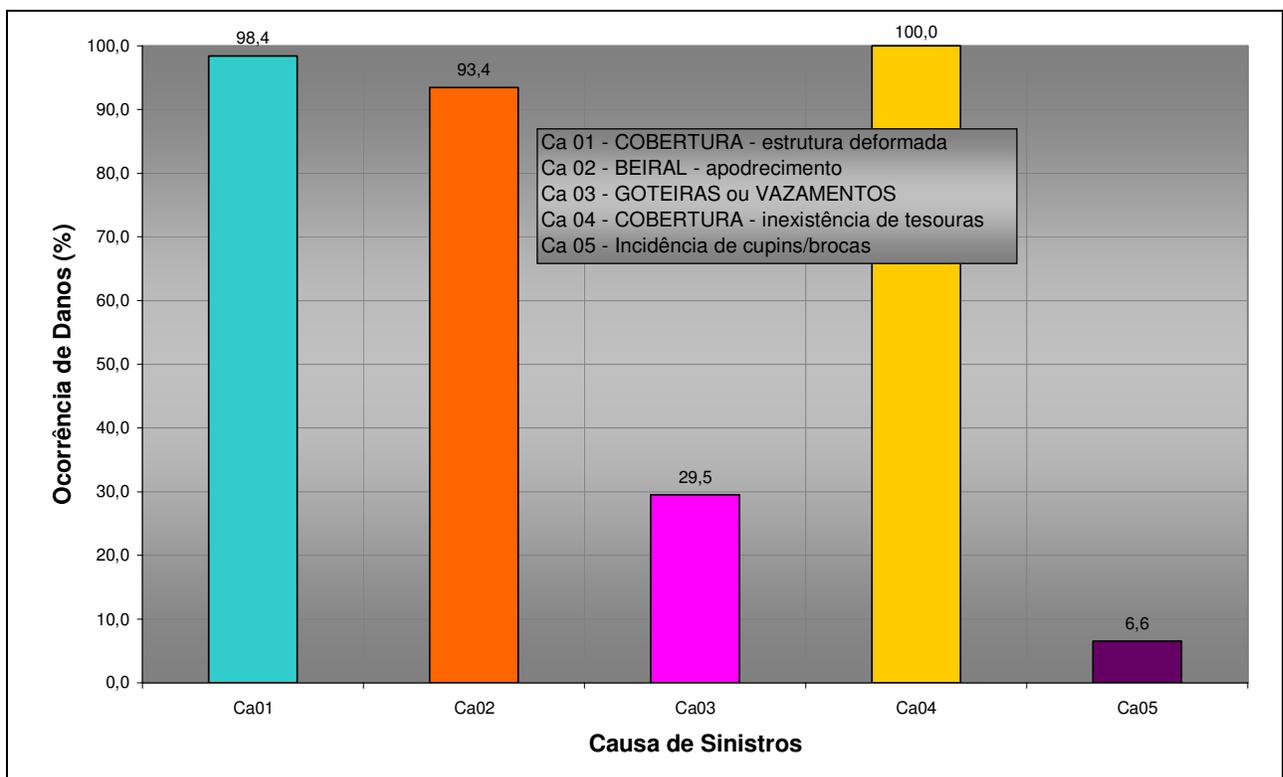


Figura 5.20 - Manifestações patológicas em coberturas de residências do Conj. Hab. “D”, “E”, “F” e “G” – Macatuba-SP.

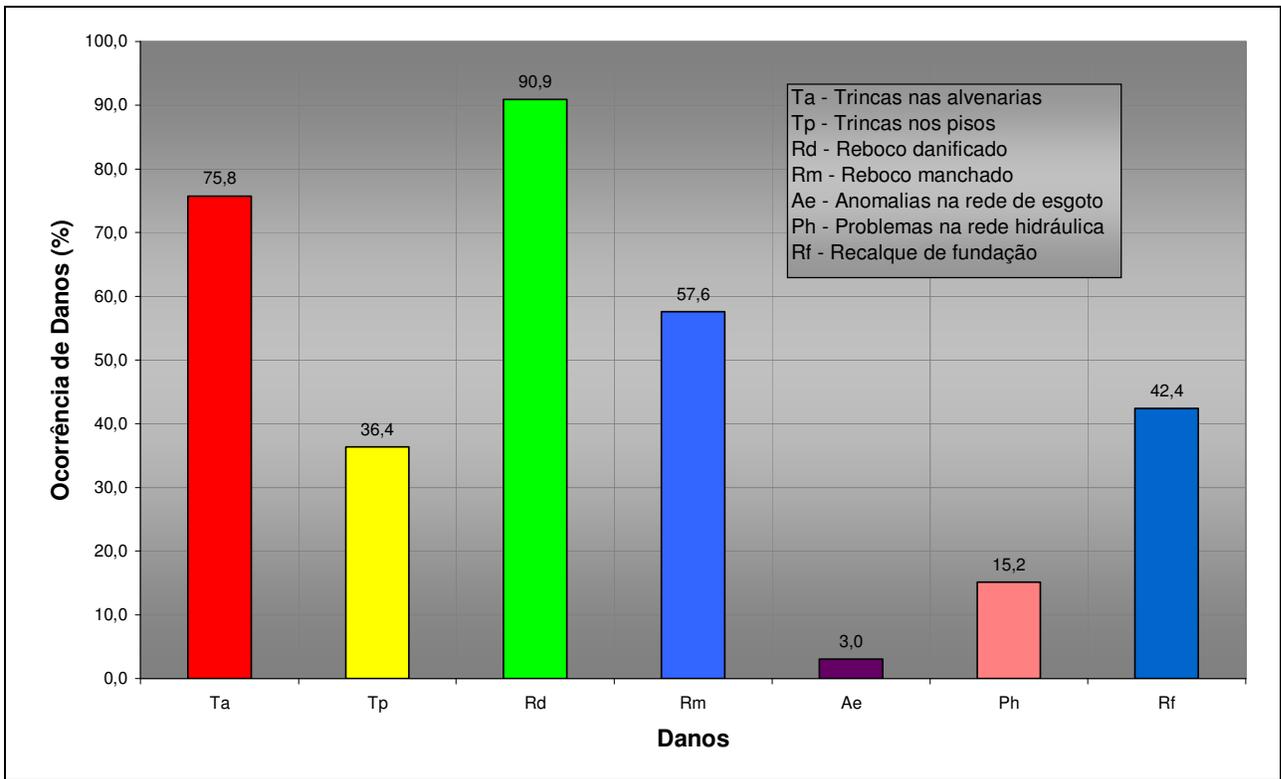


Figura 5.21 - Manifestações patológicas em residências do Núcleo Hab. “H” – São Manuel-SP.

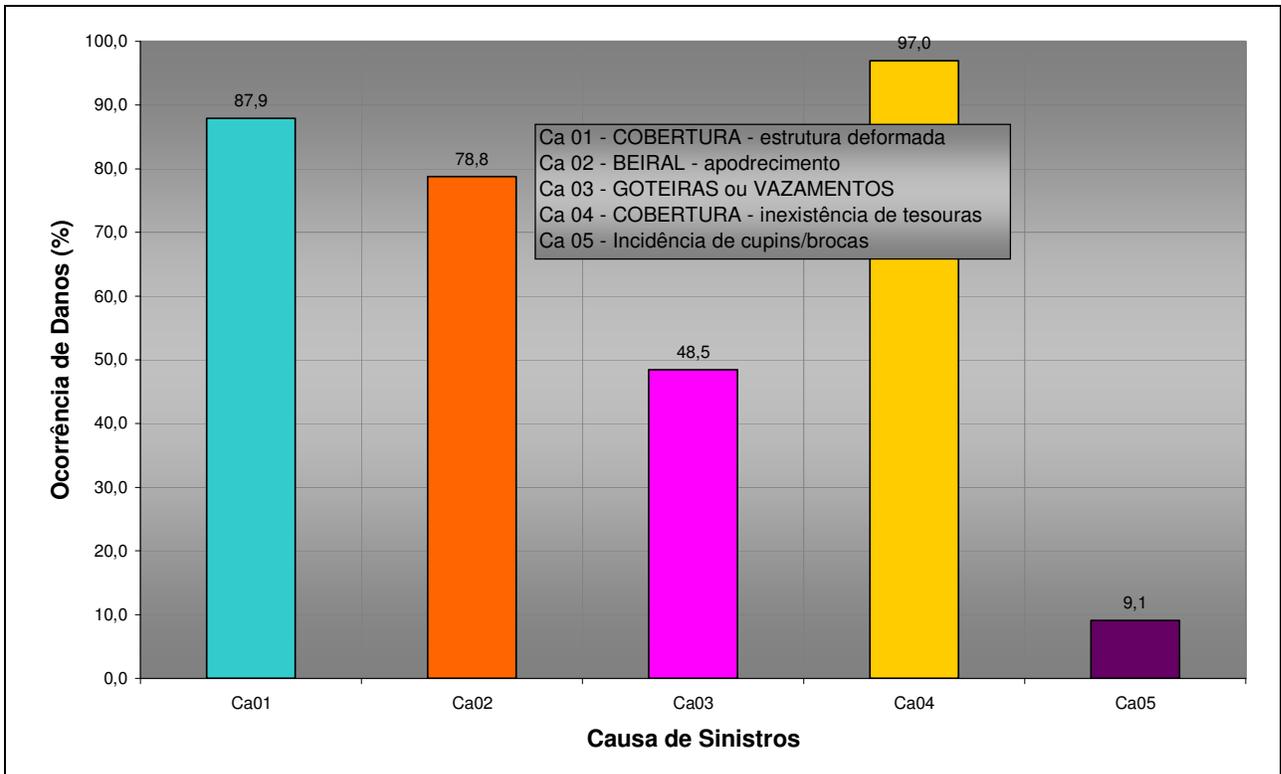


Figura 5.22 - Manifestações patológicas em coberturas de residências do Núcleo Hab. “H” – São Manuel-SP.

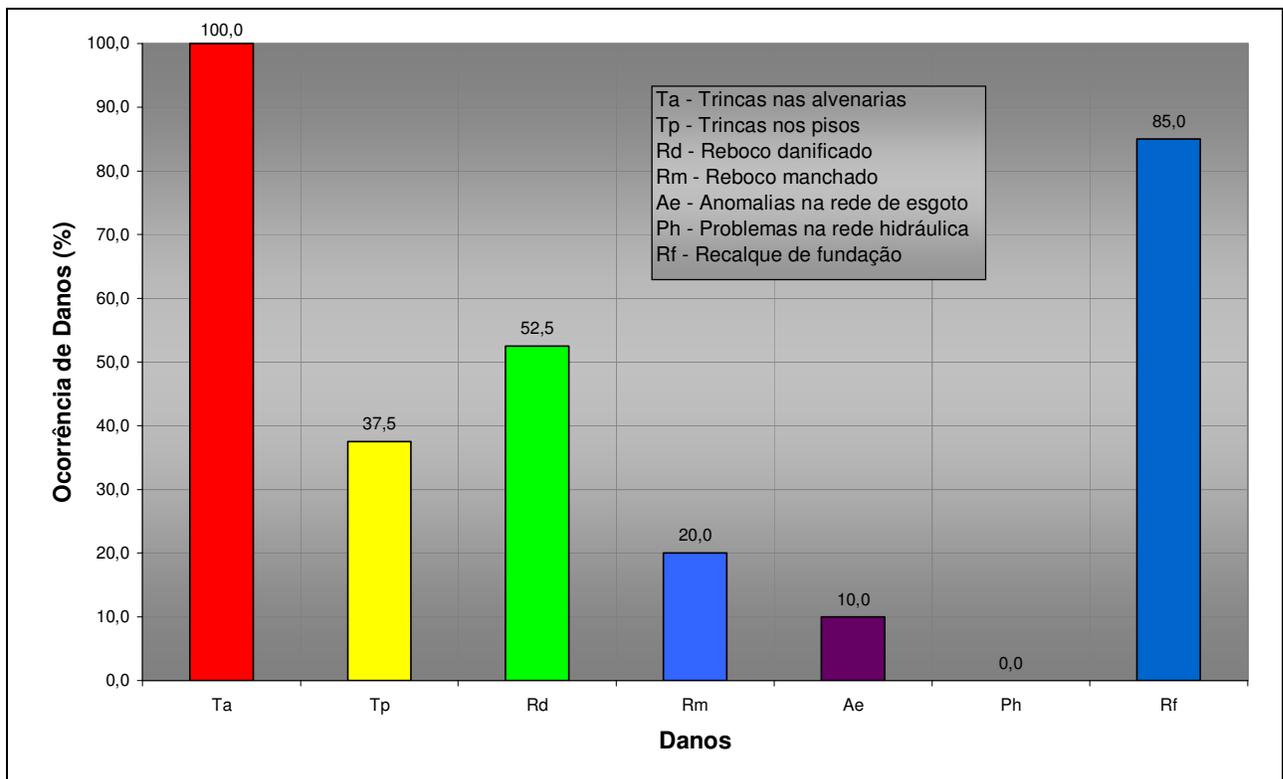


Figura 5.23 - Manifestações patológicas em residências do Núcleo Hab. “T” – Areiópolis-SP.

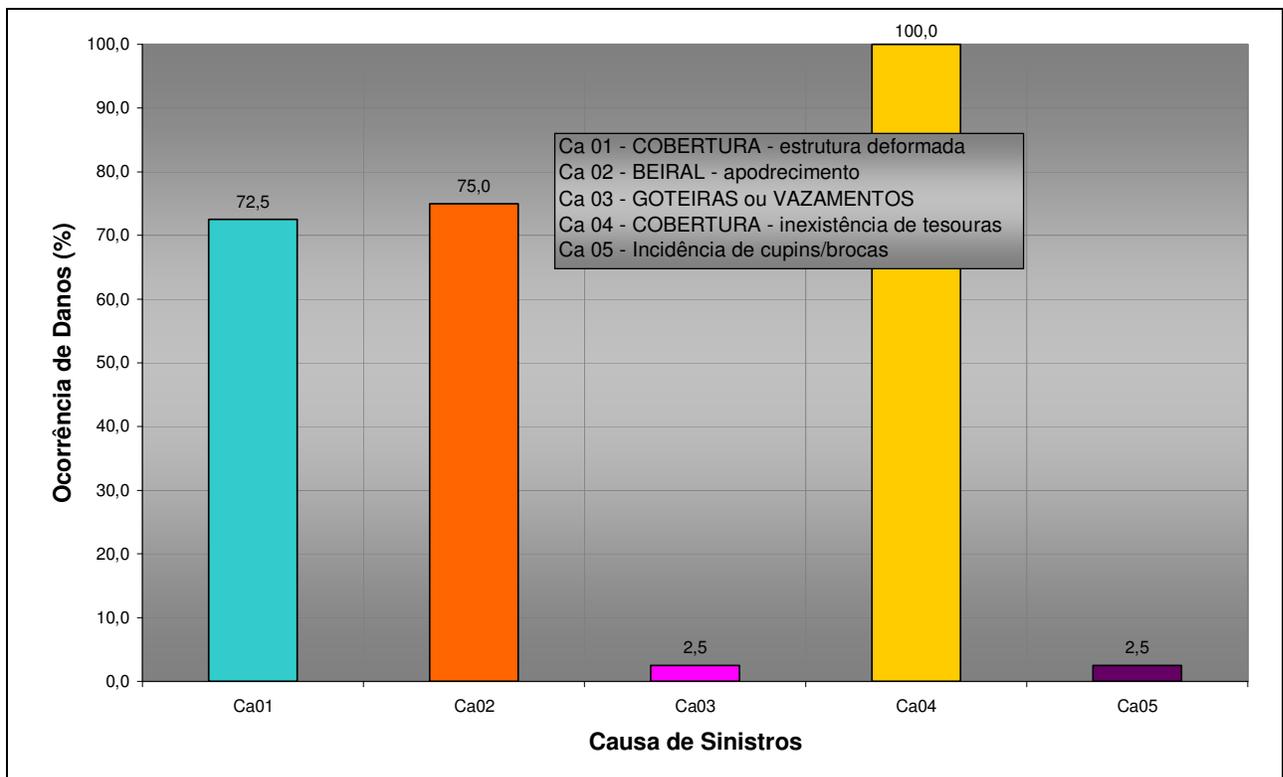


Figura 5.24 - Manifestações patológicas em coberturas de residências do Núcleo Hab. “T” – Areiópolis-SP.

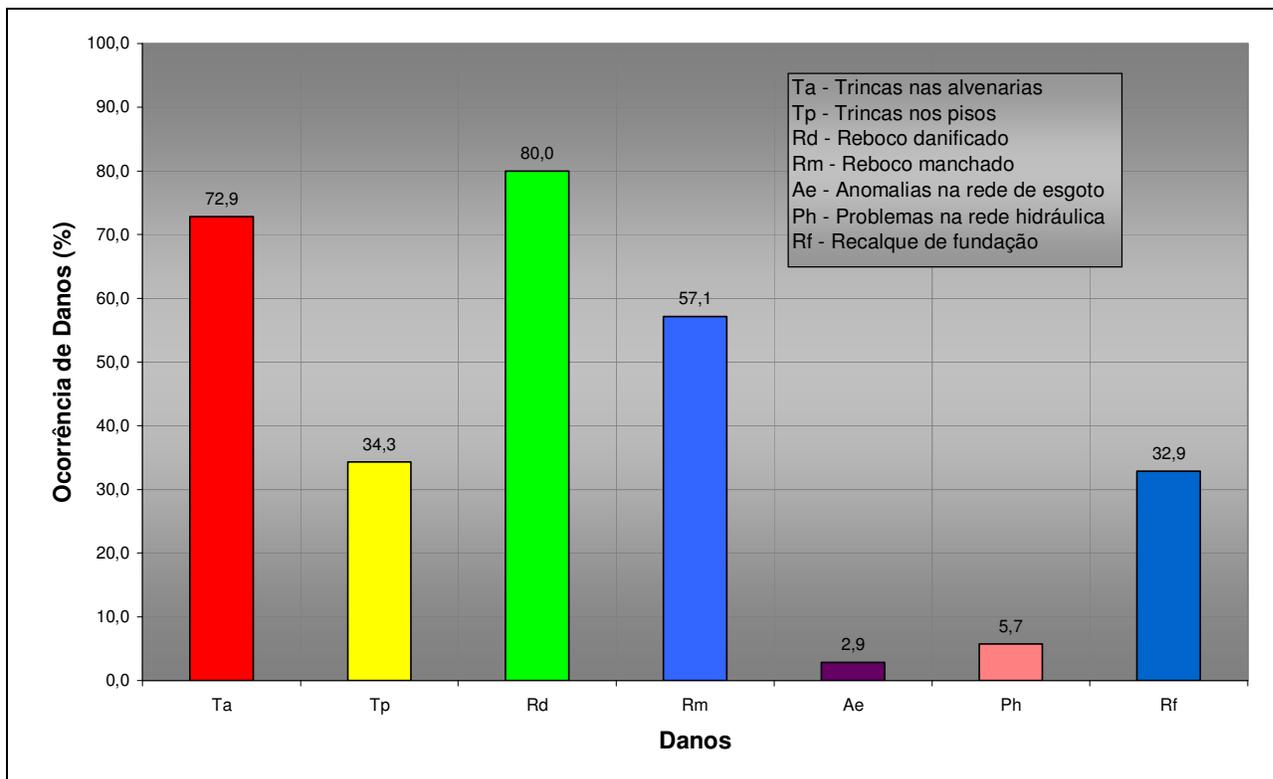


Figura 5.25 - Manifestações patológicas em residências do Conj. Hab. “J” – Barra Bonita-SP.

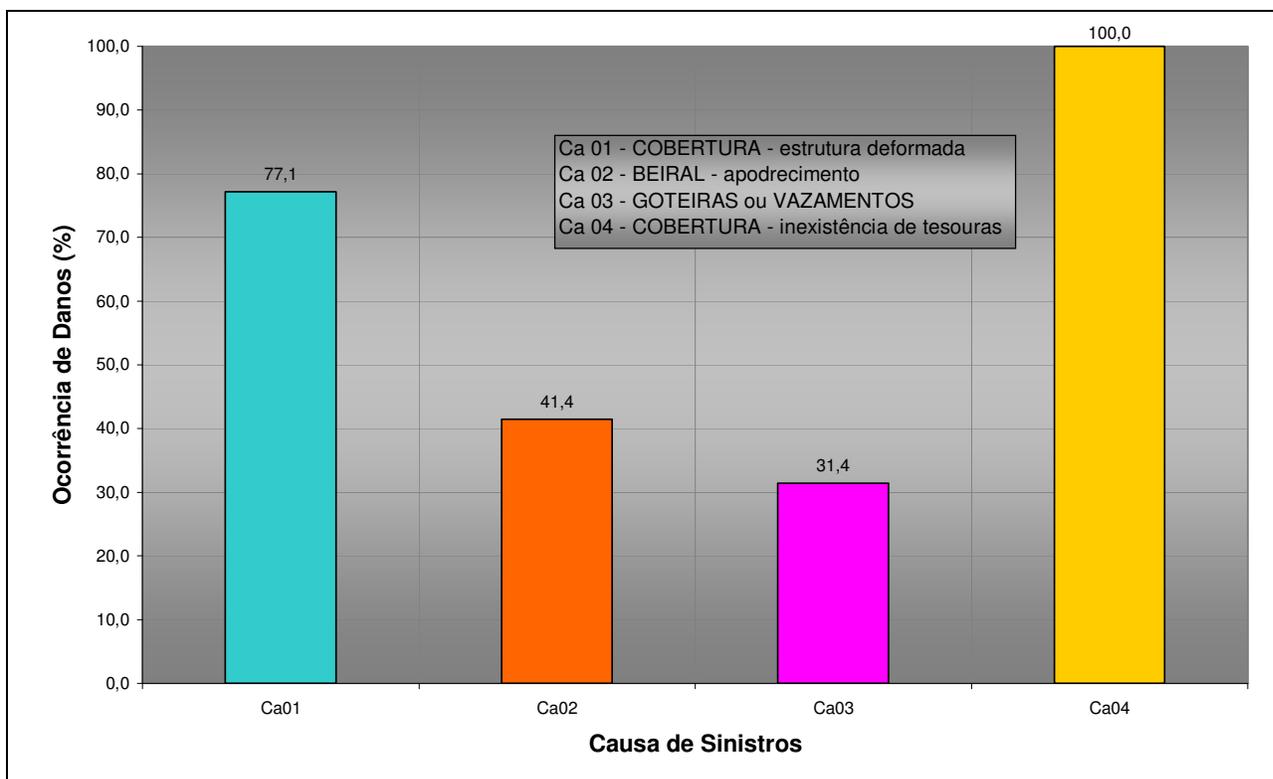


Figura 5.26 - Manifestações patológicas em coberturas de residências do Conj. Hab. “J” – Barra Bonita-SP.

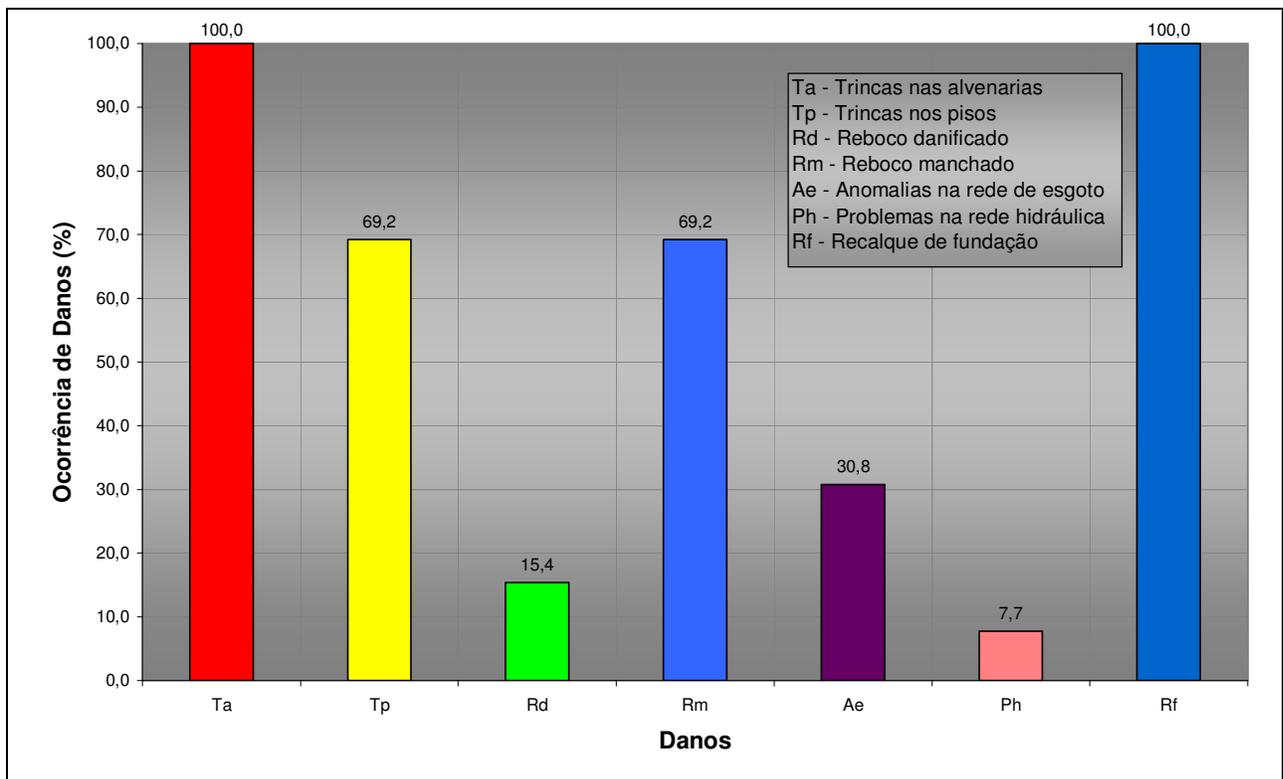


Figura 5.27 - Manifestações patológicas em residências do Conj. Hab. “K” – Agudos-SP.

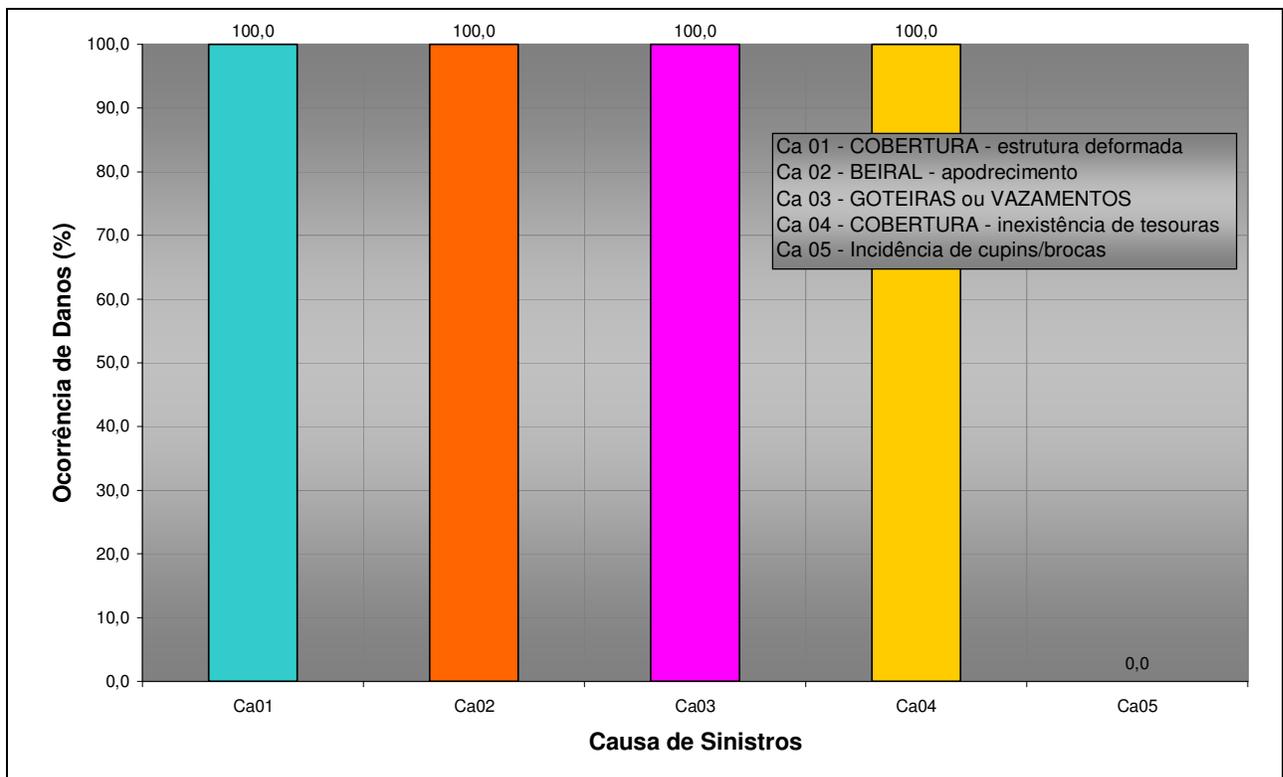


Figura 5.28 - Manifestações patológicas em coberturas de residências do Conj. Hab. “K” – Agudos-SP.

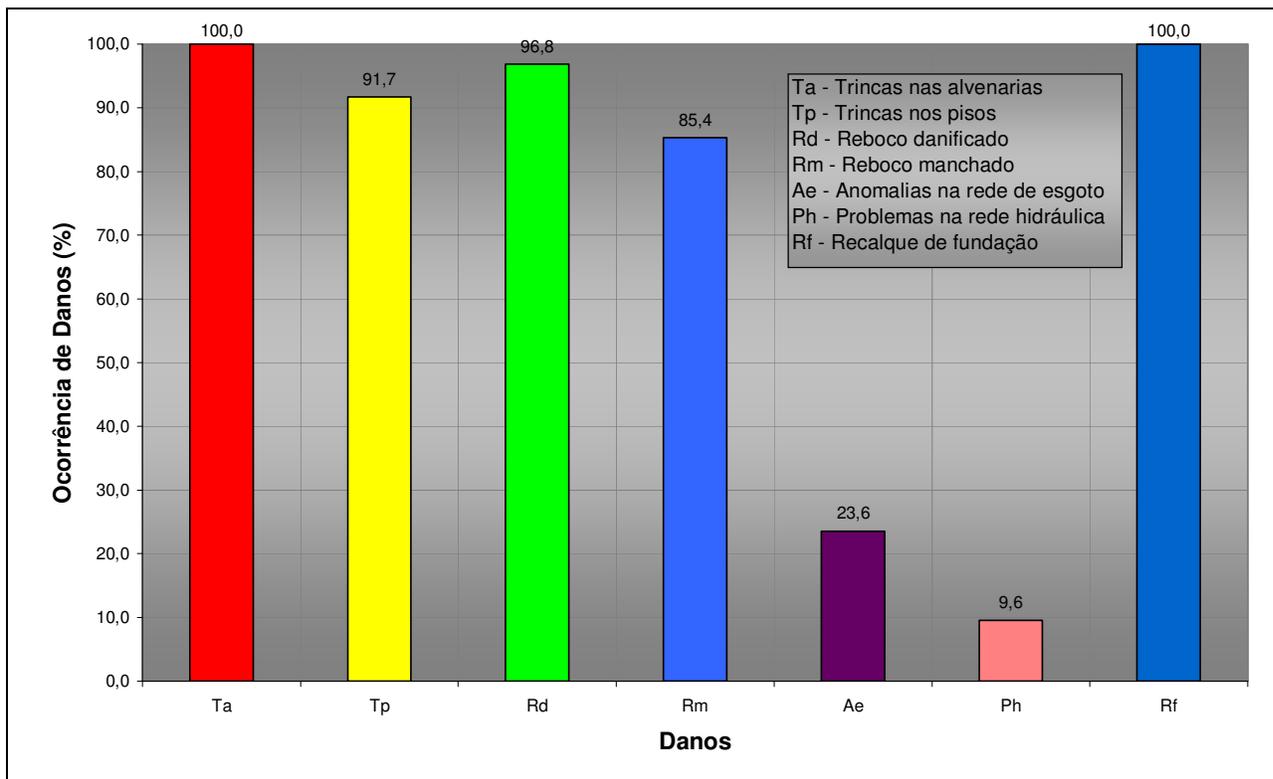


Figura 5.29 - Manifestações patológicas em residências do Conj. Hab. “L” – Agudos-SP.

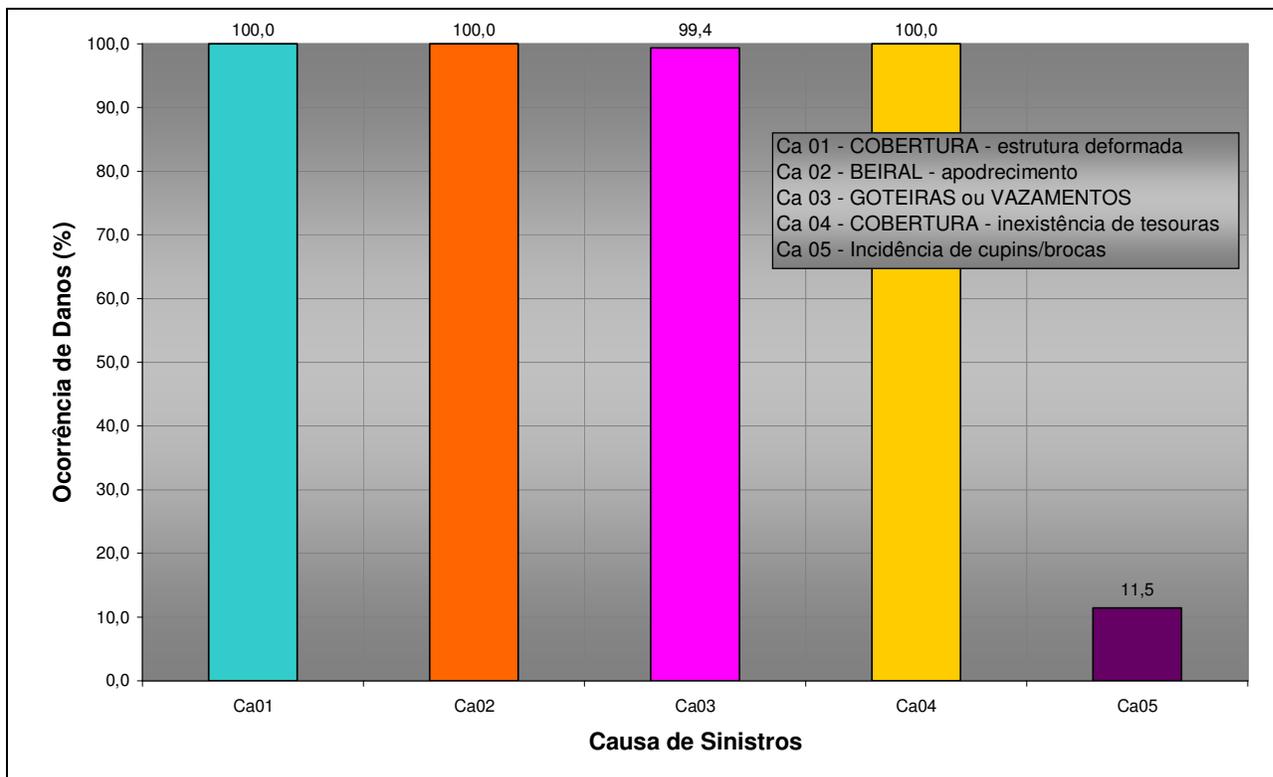


Figura 5.30 - Manifestações patológicas em coberturas de residências do Conj. Hab. “L” – Agudos-SP.

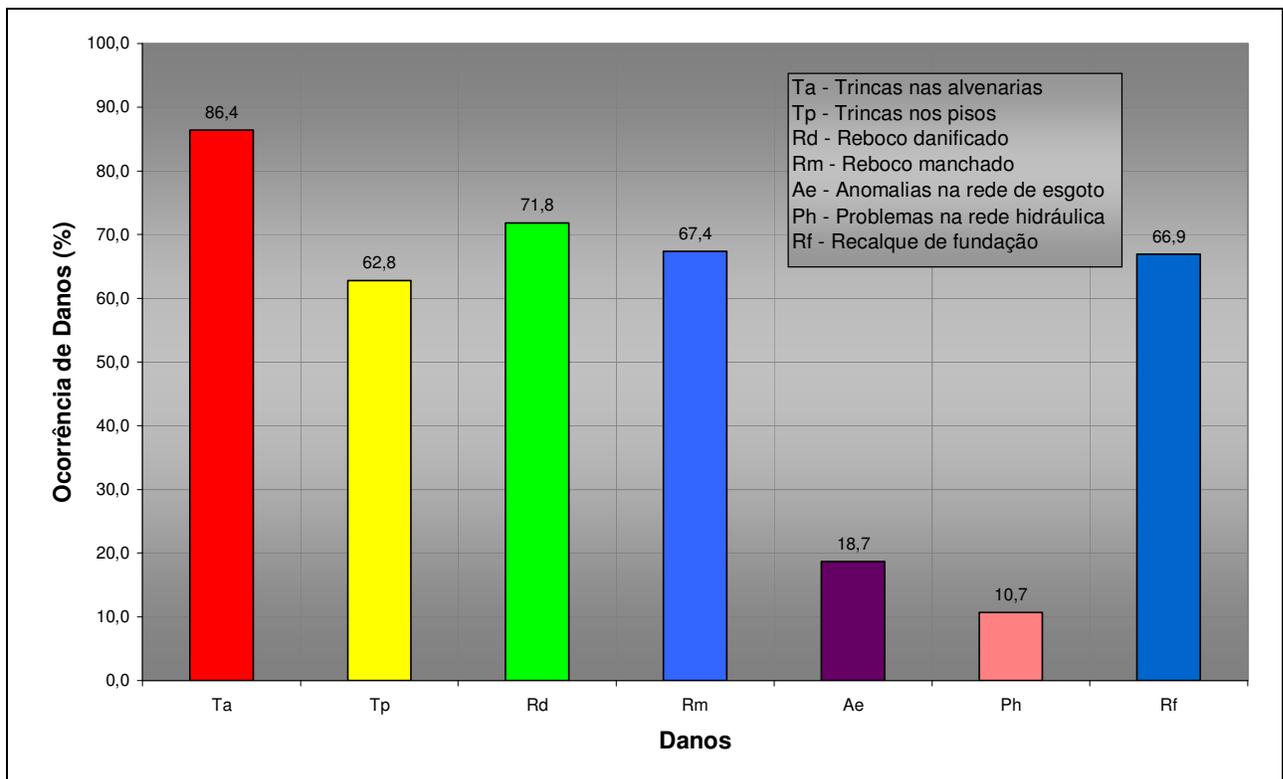


Figura 5.31 - Manifestações patológicas em residências de todos os conjuntos habitacionais pesquisados.

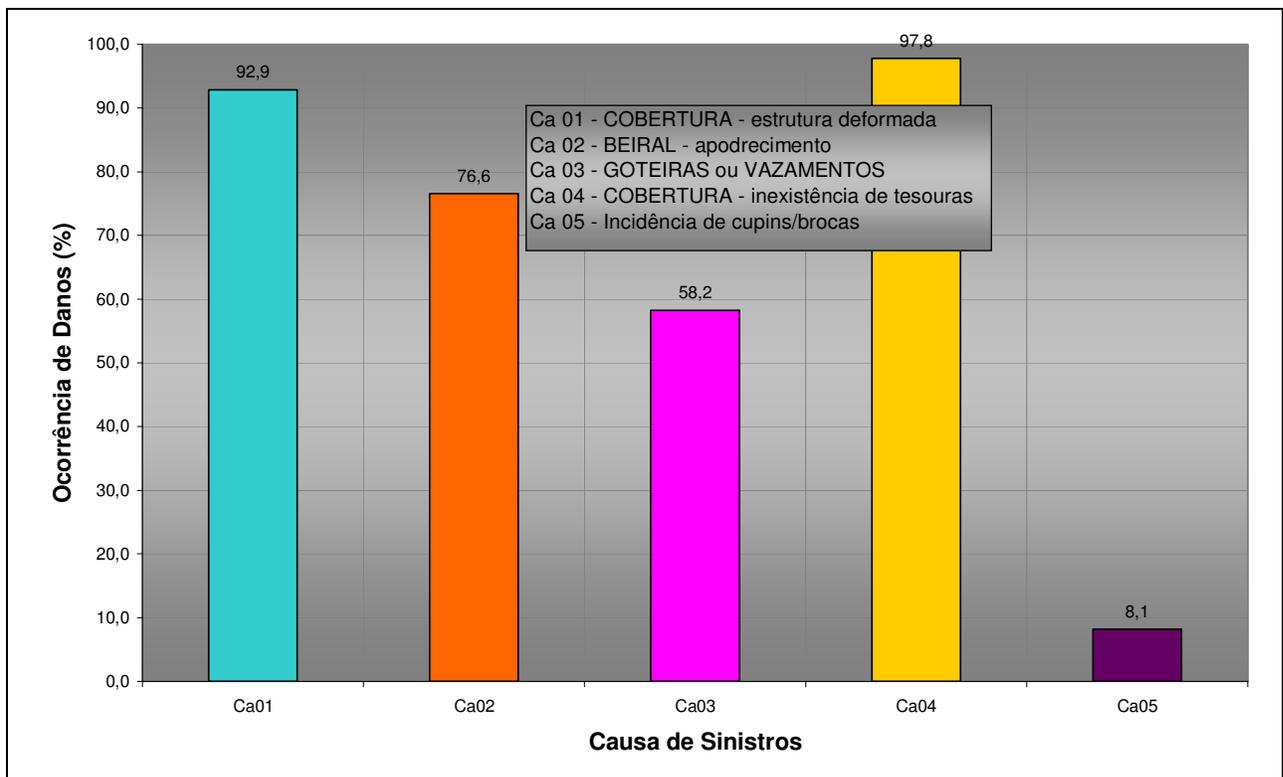


Figura 5.32 - Manifestações patológicas em coberturas de residências de todos os conjuntos habitacionais pesquisados.

Para uma melhor compreensão dos resultados apresentados, ressalta-se que as patologias apontadas não se referem àquelas decorrentes de reformas ou ampliações, em geral efetuadas pelos usuários, mas sim, àquelas provenientes de vícios construtivos das residências originalmente entregues.

Para uma visão geral das modificações realizadas pelos usuários nas unidades residenciais, tais como reforma, ampliação e execução de forro ou laje, escolheu-se o Conjunto Habitacional “A”, “B” e “C”, todos localizados no município de Bauru-SP, como representativos dos demais núcleos. Ressalta-se que a ampliação analisada, engloba desde a construção de precários telheiros utilizados como garagem até a edificação de cômodos como edículas, quartos etc., unificadas ou não à casa original. Da mesma forma, as reformas vão desde simples modificações até a substituição total de pisos, telhados etc.. Na figura 5.33, destaca-se a quantidade de casas, de um total de 215 unidades analisadas nos núcleos de Bauru-SP, que passaram por reforma, ampliação, reforma e ampliação, bem como aquelas que, após entrega, receberam forros de madeira, gesso, PVC ou laje.

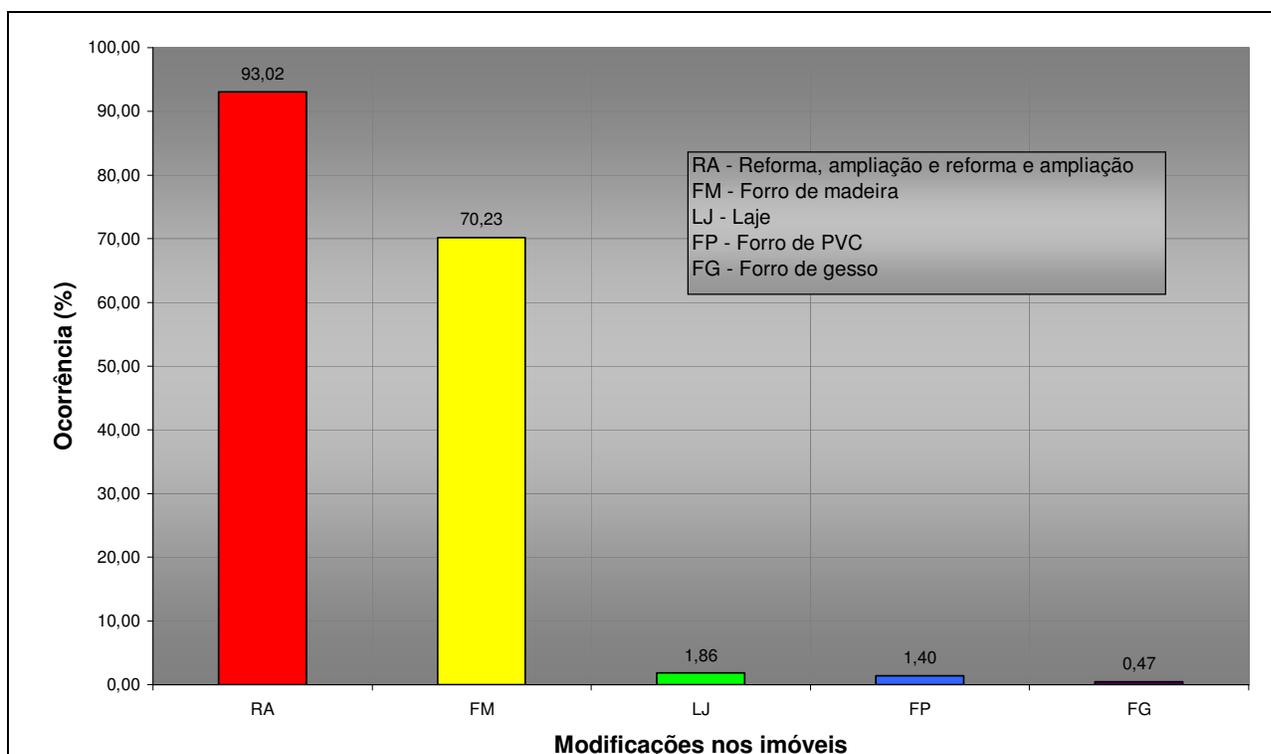


Figura 5.33 – Unidades habitacionais da cidade de Bauru que sofreram modificações após entrega aos usuários.

6. Análise das Causas das Principais Patologias.

6.1 Fundações.

Para a análise das causas das patologias das fundações, foi caracterizado o solo típico da região de Bauru, bem como consideradas suas condições, tipo adotado, cota de apoio, material utilizado etc., observados na investigação realizada por meio da abertura de valas laterais nas residências, conforme descrito no item 5.1,

6.1.1 Caracterização Geotécnica do Solo Típico da Região de Bauru – SP.

De acordo com Lobo et al. (2003a), a região central do Estado de São Paulo, que inclui a cidade de Bauru, é coberta tipicamente por arenito do grupo Bauru. A camada superficial é não saturada, normalmente constituída de areia fina argilosa, vermelha ou marrom escura. Esse solo, geneticamente residual, sofreu processo de evolução pedogênica, tendo ocorrido lixiviação dos finos dos horizontes superficiais para camadas mais profundas, resultando em um solo poroso e estruturalmente instável.

Ainda segundo os citados autores, resultados de ensaios de sondagens de simples reconhecimento apontam que nos primeiros metros o SPT é muito baixo, variando entre 2 e 3, ocorrendo um crescimento praticamente linear quanto à profundidade, até por volta de 10 m a 14 m.

Ferreira et al. (1994, apud LOBO et al., 2003a), ao analisarem inúmeros resultados de sondagens efetuadas em Bauru, indicam que até essa profundidade o SPT resulta, de forma aproximada, numericamente igual à profundidade (em metros), com dispersão muito pequena.

Segundo Lobo et al. (2003a), ensaios realizados em amostras coletadas em poços de inspeção, que chegaram a atingir 25 m de profundidade, têm mostrado que, após essa primeira camada, encontra-se uma camada com maior teor de argila e características geotécnicas diferentes da primeira.

Conforme explicam os mencionados autores, a análise de inúmeras sondagens indica que nessa segunda camada ocorre um crescimento mais acentuado dos valores do SPT, atingindo, em poucos metros, valores da ordem de 30 a 40 e, até mesmo, camadas impenetráveis às ferramentas de avanço da perfuração. O nível de água é normalmente profundo, sendo raramente encontrado nos furos de sondagem, resultando em um solo não-saturado. Na tabela 6.1, apresentam-se valores médios dos parâmetros geotécnicos desse solo, até a cota 12 m, e na figura 6.1, mostra-se um perfil geotécnico típico desse solo.

A figura 6.2, de acordo com Ferreira et al. (2007), mostra a variação do SPT médio com a profundidade e com os respectivos valores obtidos em dois programas de sondagens, característicos do solo de grande área do Estado.

Tabela 6.1 – Valores médios dos parâmetros geotécnicos do solo típico da região de Bauru (LOBO et al., 2003a).

Propriedades	Unidades	Médias
Granulometria		
areia média	%	5
areia fina	%	69
silte	%	11
argila	%	15
Índices Físicos		
teor de umidade (w)	%	10
massa específica do solo (ρ)	(10^3 kg/m^3)	1,77
massa específica dos sólidos (ρ_s)	(10^3 kg/m^3)	2,68
índice de vazios (e)		0,67
grau de saturação (sr)	%	42
massa específica seca (ρ_d)	(10^3 kg/m^3)	1,6
Limites de consistência		
limite de liquidez (LL)	%	22
índice de plasticidade (IP)	%	6
Resistência (efetiva)		
resistência à compressão simples (RC)	kPa	39
coesão (c)	kPa	14
ângulo de atrito interno (ϕ)	GRAUS	30

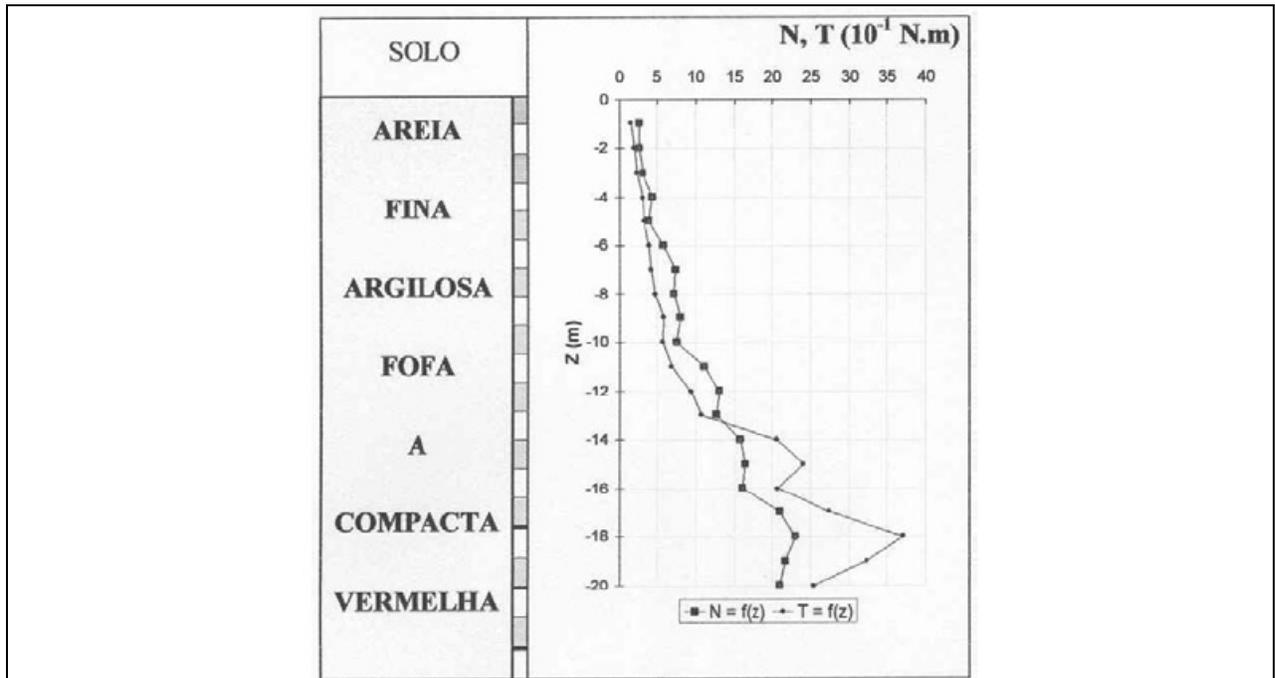


Figura 6.1 – Perfil geotécnico do solo típico da região de Bauru (LOBO et al., 2003a).

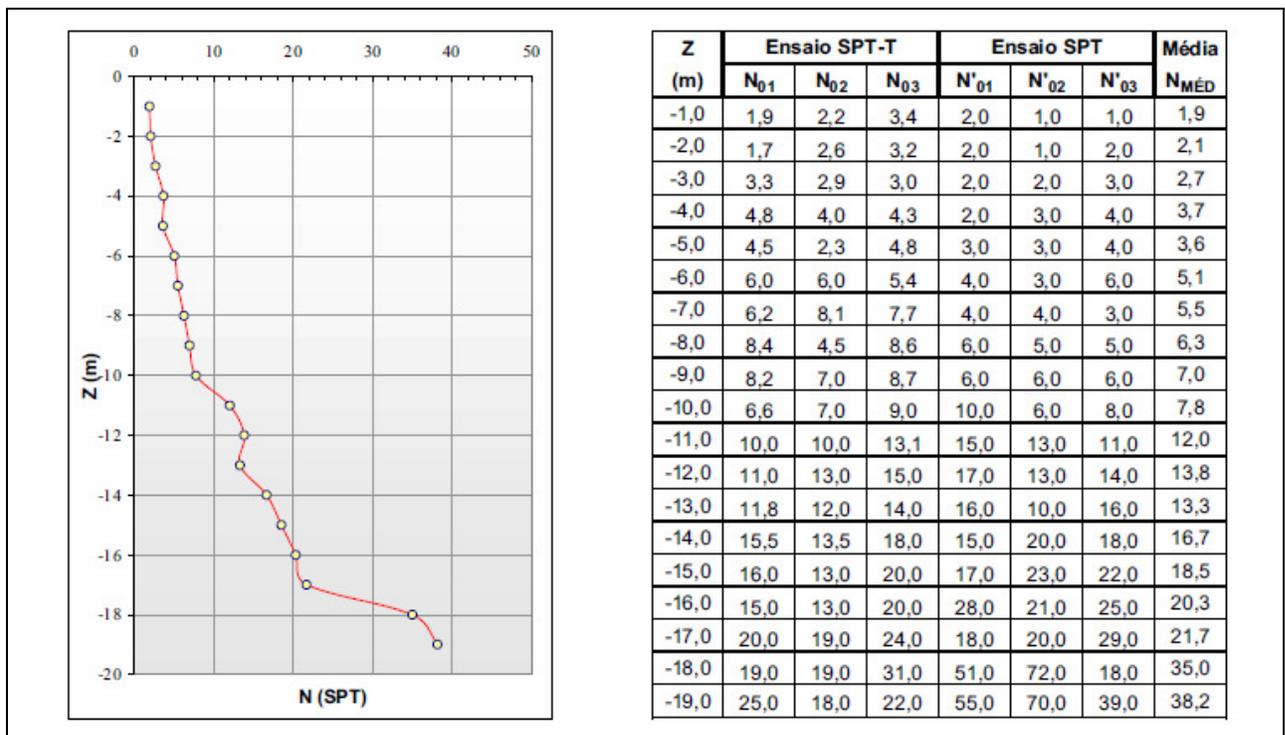
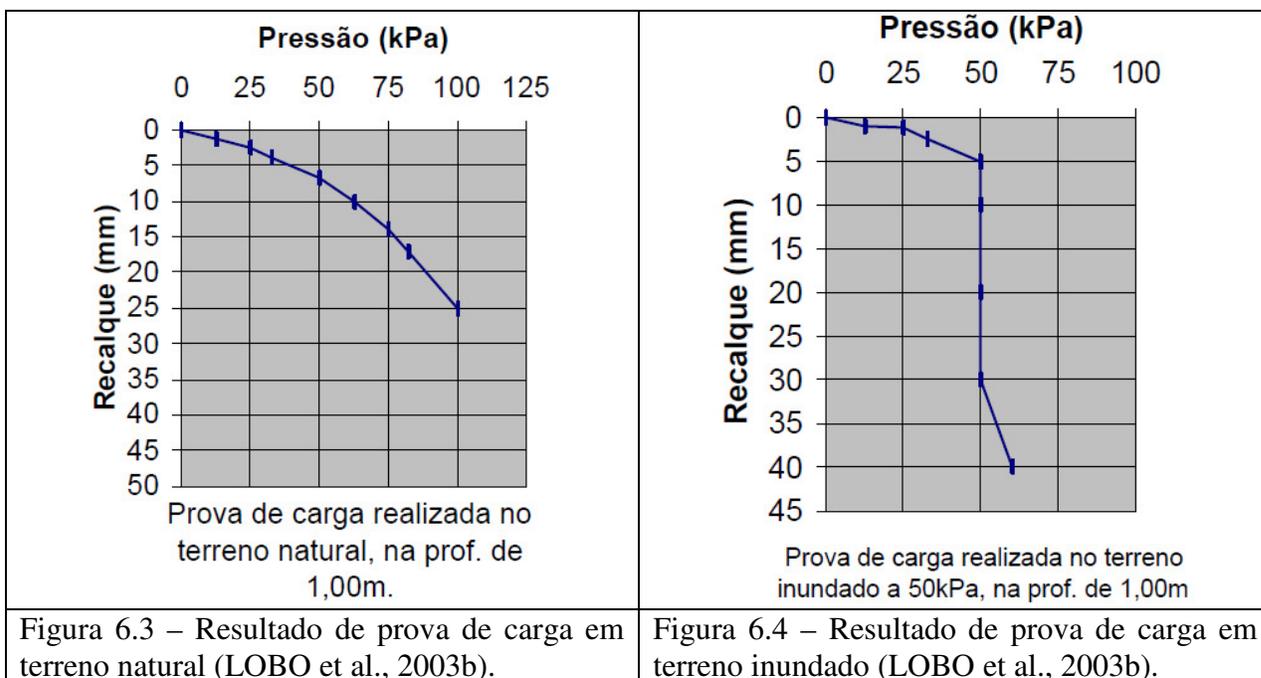


Figura 6.2 - Variação do SPT médio com a profundidade, representativo do solo da região de Bauru (FERREIRA et al. 2007).

Agnelli (1992, apud LOBO et al., 2003a) realizou no Campo Experimental da UNESP em Bauru, SP, 12 provas de carga diretas no terreno. Metade dessas provas foram realizadas com o terreno no estado natural e o restante com o terreno inundado. A inundação do terreno foi feita após a aplicação de carga, que correspondia aproximadamente a 1/4, 1/2 e 3/4 da pressão que provocara recalque de 25 mm nas provas de carga sem inundação.

Na figura 6.3, mostra-se uma prova de carga realizada com o terreno na condição natural, enquanto, na figura 6.4, mostra-se uma prova de carga realizada com o terreno inundado. Essas provas de carga foram feitas a 1,00 m de profundidade. É importante observar que, inundando o terreno, chega-se a um recalque de 30 mm, com uma pressão de apenas 50 kPa. Isso não deixa nenhuma dúvida sobre a natureza colapsível desse solo, e esclarece o porquê de tantas obras na cidade, apoiadas em fundação direta, terem sofrido recalques quando ocorrida infiltração de água nas suas fundações (LOBO et al., 2003b).



Ainda segundo Lobo et al. (2003b), na falta de provas de carga, sempre recomendadas, os autores sugerem que, ao se projetar qualquer tipo de fundação nesta cidade e região, leve-se em conta o caráter colapsível do solo, reduzindo-se a carga admissível estimada para a fundação, com o solo no estado natural. Para fundação direta, que sempre deve ser evitada nesse tipo de solo, recomenda-se redução de 60% na carga admissível pelo solo.

6.1.2 Análise das Patologias em Fundações.

Conforme mencionado anteriormente, verificou-se que o tipo de solução adotada para transferência de cargas ao solo foi a fundação do tipo rasa, variando-se a ocorrência de utilização entre sapatas corridas e radiers, havendo, em muitos casos, ausência de ferragens. Esse tipo de fundação foi escolhido, muito provavelmente, pelo seu baixo custo de implantação, na tentativa de aliar economia a segurança.

No entanto, não foi levado em consideração o fato de que, na cidade de Bauru e grande parte do Estado de São Paulo, são frequentes os casos de fundações que se comportaram de forma adequada durante um certo tempo e, repentinamente, começaram a apresentar problemas de recalques, como indicativos de um aumento na sobrecarga da edificação e/ou uma mudança nas características de resistência do solo de fundação.

Essa mudança no comportamento das fundações é consequência, principalmente, das características colapsíveis dos solos dessa região do Estado de São Paulo e geralmente está associada ao aumento de teor de umidade do solo proveniente de infiltrações de água pluviais, servidas e/ou potáveis, de irrigação excessiva de floeiras e jardins adjacentes às construções, ou ainda, da má drenagem dos terrenos, que favorecem o acúmulo de águas de chuva próximo às edificações e aliada à má conservação de calhas e condutores de captação de águas pluviais etc..

Nas calçadas existentes no perímetro externo das unidades habitacionais, que muitas vezes são a extensão do próprio radier, verificou-se, por exemplo, que não houve o caimento adequado para escoamento de águas pluviais, constituindo-se foco de infiltração de umidade, a qual atinge o solo a partir de frestas no concreto pobre em cimento, contribuindo para a ocorrência de recalques de fundação.

As mudanças no comportamento das fundações são confirmadas por meio da análise das figuras 5.13, 5.15, 5.17, 5.19, 5.21, 5.23, 5.25, 5.27, 5.28, 5.29 e, principalmente, da figura 5.31, que aponta a ocorrência de recalques em cerca de 67% das edificações analisadas, os quais se refletem em outros danos generalizados pela construção, principalmente sob a forma de trincas e rachaduras.

O aparecimento de trincas nas edificações (assim como a febre no ser humano, por exemplo) é um sintoma de que a edificação apresenta alguma anomalia. A determinação das causas, normalmente, exige criteriosa observação, exames, pesquisas, análises etc. da obra como

um todo. Pelas análises efetuadas, baseadas no tipo de solução adotada nas fundações das unidades habitacionais, pode-se afirmar que a maioria das “trincas” são provenientes de mau comportamento das fundações. Conforme mostrado na figura 5.31, pode-se afirmar que há relação entre as trincas, fissuras ou rachaduras na alvenaria de uma edificação (86,4%) e os recalques de fundações (66,9%).

A inclinação destas trincas, próxima a 45 graus, é típica de ocorrência de recalque de fundações, que provoca o acréscimo de tensões de cisalhamento na alvenaria, sendo essa inclinação coincidente com a direção dos planos principais de tensões.

Os recalques de uma fundação se refletem, inicialmente, nas alvenarias e pisos sob a forma de fissuras, trincas e rachaduras. No caso de se estabelecer um processo contínuo de deformações, ocorrem a evolução e o agravamento das trincas, proliferando-se pelas alvenarias e pisos, induzindo o encadeamento de outros danos por toda a edificação, tais como rompimento de tubulações de água e esgoto, mau funcionamento de portas e janelas, movimentação estrutural, etc. De forma semelhante, aplica-se este critério ao desaprumo de parte dos telhados, consequência, também, do mau comportamento das fundações. Na figura 6.5, ilustram-se fissuras oriundas de recalques de fundações.



Figura 6.5 – Vista de fissuras provenientes de recalques de fundação.

Por esse prisma, a fundação especificada e executada não é recomendada para o tipo de solo dessa região, que é altamente poroso, colapsível, combinado, em alguns casos, com aterros mal executados, contrariando as prescrições e recomendações fixadas na NBR 6122 (2010).

“a cota de apoio de uma fundação deve ser tal que assegure que a capacidade de suporte do solo de apoio não seja influenciada pelas variações sazonais de clima ou alteração de umidade” (NBR 6122, 2010).

Destaca-se também que, comumente, as glebas escolhidas para implantação de conjuntos habitacionais estão situadas nas periferias das cidades e em locais com topografia acidentada, sendo provável que tenha havido grandes movimentos de terra, quando ocorreu a implantação do processo seriado de produção das edificações dos núcleos em pauta.

Dessa forma, visando à criação de terrenos planos, é comum realizarem a “patamarização” da área, por meio da execução de cortes e aterros. Para os núcleos analisados, pode-se afirmar que a maior parte das residências estudadas está assente ora em corte, ora em aterro, exigindo, em alguns casos, a execução de arrimo.

Ocorre, então, que muitas das fundações estão assentes em aterros mal compactados, acarretando recalques diferenciais, extremamente prejudiciais à saúde das edificações e, conseqüentemente, as demais patologias nos prédios, advindas dessa anomalia. Nas figuras 6.6 e 6.7, ilustra-se a criação de patamares em uma área de topografia acidentada.



Figura 6.6 – Vista da criação de patamares em uma área de topografia acidentada.



Figura 6.7 – Vista da criação de patamares em uma área de topografia acidentada.

Em geral, os vícios e defeitos construtivos existentes indicam a má execução dos serviços, quer seja por falta de orientação correta, quer seja pela utilização de materiais não conformes, quer seja pelo emprego de mão-de-obra não qualificada, quer seja por falta de fiscalização eficiente ou por falta de projetos específicos. Possivelmente, a diferença de comportamento entre os conjuntos habitacionais frente às patologias estudadas deve-se ao fato de a construtora executora dos serviços empregar melhor mão-de-obra, com funcionários mais qualificados, melhores materiais, observando-se as especificações técnicas, além do tipo do solo local e do seu potencial colapsível.

6.2 Coberturas.

Pela análise das anomalias existentes, verificou-se que, se destacam, dentre outras, as irregularidades da cobertura.

Conceitualmente, telhado é a parte de uma edificação que tem a finalidade de cobrir e proteger o prédio contra as intempéries da natureza, tais como chuva, vento, raios solares etc., bem como impedir a penetração de poeiras e ruídos no interior do imóvel.

Uma cobertura bem feita deve ter estrutura tal que garanta a sua estabilidade e integridade, mesmo sob o efeito de vento, e apresentar o telhado de tal forma que seus diversos planos tenham inclinação constante, permitindo um rápido e eficiente escoamento das águas.

Nas unidades analisadas constatou-se que, provavelmente por economia, foi adotado o tipo de estrutura denominada de pontaleteada, que corresponde àquela na qual as terças são apoiadas em pontaletes de altura variável com a inclinação do telhado e enrijecidas com sarrafos e caibros que servem de contraventamento.

Essa solução, apesar de ser mais econômica do que aquela com tesouras, exige muito mais de todos os elementos da cobertura, que trabalham próximo do seu limite de resistência, obrigando a execução de uma trama muito bem feita.

Na ocorrência dos danos, em consonância com o representado na figura 5.32, a cobertura guarda elevado índice de incidência patológica, em 92,9% dos imóveis, apresentando telhados com acentuadas deformações, fato que, em conjunto com as demais manifestações patológicas que assolam a cobertura, indicam a premente necessidade de intervenção, inclusive com a sua total substituição.

As dimensões inadequadas das peças, incompatíveis com a grandeza das solicitações e os vãos da cobertura, a deficiência nas ligações, a falta de padronização das bitolas, a inexistência de seleção e a ausência de tratamento nas peças, favorecendo o ataque de cupins e outras pragas de madeira, aliados à mão-de-obra não qualificada refletem o quadro de uma estrutura problemática e, por vezes, comprometida, acarretando telhados com panos dotados de saliências, reentrâncias, ondulações e excessivas deformações.

Esse conjunto de fatores patológicos favorece, também, o aparecimento de goteiras e a infiltração de águas pluviais e, conseqüentemente, o aumento de umidade da madeira, criando condições para o desenvolvimento de fungos e bactérias que geram a putrefação ou podridão das peças. Nas figuras 6.8 a 6.11, ilustram-se as patologias encontradas em grande parte das unidades pesquisadas.

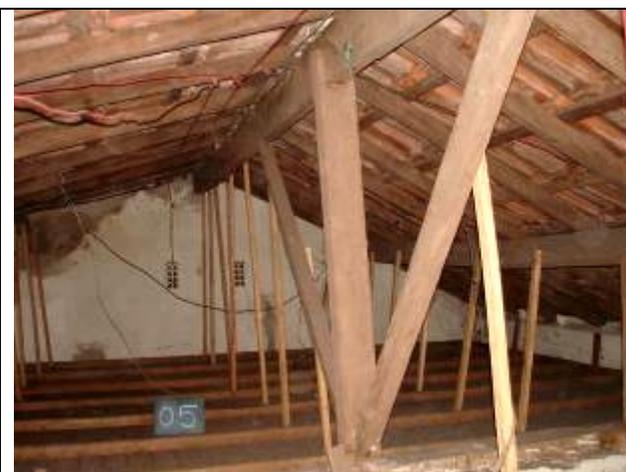


Figura 6.8 – Vista da solução adotada na construção da cobertura.



Figura 6.9 – Vista dos caibros fletidos e inexistência de terço intermediária.



Figura 6.10 – Vista do telhado deformado.



Figura 6.11 – Vista do beiral deteriorado.

7. Conclusões e Recomendações.

Observa-se que, nos núcleos habitacionais estudados, a fundação executada nos terrenos de solo típico da região de Bauru (areia fina argilosa, residual de arenito) não é recomendada, pois, pode haver infiltração de água no subsolo e, conforme prescrições e recomendações da NBR 6122 (2010), a eventual alteração das características do solo devido a agentes externos deve ser considerada para sua escolha.

A análise dos resultados obtidos nesse estudo permite verificar que os imóveis analisados, em sua grande parte, estão com algum tipo de patologia oriunda de problemas na fundações e que, especificamente, o aparecimento de “trincas” nas edificações demonstra atividade patológica, que pode ser provocada pelo mau comportamento das fundações.

Verificou-se, também, que, dentre as patologias mais frequentes, destacam-se, pelo número de ocorrência, as irregularidades da cobertura, ou seja, telhados com grandes deformações, cujos vícios e defeitos construtivos indicam a inobservância às Normas e às boas técnicas de Engenharia.

Pretende-se, também, recomendar algumas sugestões práticas, visando reduzir as patologias decorrentes de vícios construtivos nos conjuntos habitacionais, especialmente aqueles relacionados à fundação rasa ou superficial.

Para a aplicação de fundações do tipo rasa, nesta região, deve-se, obrigatoriamente, realizar adequada compactação do solo, em espessuras projetadas de acordo com suas particularidades, visando à otimização de suas características geomecânicas na cota de apoio e elevação de sua capacidade de suporte.

Como geralmente não há o prévio dimensionamento estrutural do radier, as solicitações neste elemento não são muito conhecidas pelos construtores. Recomenda-se, portanto, que a armadura, responsável pela absorção de esforços de tração, sejam adicionadas em ambos os lados

e em toda extensão do radier, na tentativa de minimizar possíveis danos decorrentes deste tipo de solicitação.

Outra sugestão para este tipo de fundação e também para as demais do tipo rasa é que, a parte destinada à calçada tenha maior largura do que comumente se observa, bem como adequado caimento para escoamento de águas pluviais. Dessa forma, o elemento de fundação ficará menos susceptível à ação de umidades provenientes de chuva, lavagens de quintais etc., inibindo a redução na capacidade de suporte do solo pelo efeito da colapsibilidade.

Para a proteção dos elementos de fundação, deve-se atentar aos possíveis focos de infiltração e vazamentos de águas (rede hidráulica, jardineiras etc.), águas servidas (rede de afastamento de esgotos), empoçamentos de águas pluviais (calhas entupidas, falhas na drenagem superficial do terreno etc.) que, conforme taxativamente mencionado, podem reduzir a capacidade de suporte de carga do solo, desencadeando diversas patologias nas construções.

Apesar de óbvio, porém, de suma importância, deve-se obedecer sempre às normas técnicas de construção pertinentes a cada caso e, para o projeto de fundações, realizar as imprescindíveis e obrigatórias investigações do subsolo, levando-se em consideração uma possível redução na capacidade de carga das fundações, já que é impossível garantir que, durante a vida útil da obra, não venham ocorrer mudanças no teor de umidade do solo.

Para as coberturas, aconselha-se que, além de serem projetadas em consonância com as normas técnicas pertinentes, as madeiras sejam submetidas a processo de tratamento para preservação e melhoria de suas propriedades de interesse, tornando-as mais duráveis e garantindo-lhes uma adequada vida útil.

Por fim, almeja-se que as autoridades sejam sensibilizadas a partir da análise dos problemas aqui constatados e que atuem para tornar obrigatória a inspeção de edificações a cada, no máximo, 05 anos. Assim, todos podemos contribuir para uma maior responsabilidade na construção civil, resultando em edificações mais seguras e saudáveis, especialmente aquelas destinadas à população de média e baixa renda do país.

8. Referências bibliográficas.

ABMS/ABEF. **Fundações: Teoria e prática.** 2 ed. São Paulo: PINI, 2002. 751 p.

AGNELLI, N. **Estudo da colapsibilidade do solo de Bauru através de provas de carga diretas.** 1992. 172 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos Universidade de São Paulo, São Carlos, 1992.

ALBIERO, J. H. **Patologia e Reforço das Fundações.** In: SEFE III - 3º SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES ESPECIAIS E GEOTECNIA, São Paulo, 1996.

ALMEIDA, D. F. **Patologia, terapia e profilaxia nas edificações de concreto – parte 1.** Qualidade na Construção, São Paulo, ano II, n. 14, p. 33-38, men. 1999a.

ALMEIDA, D. F. **Patologia, terapia e profilaxia nas edificações de concreto – parte 2.** Qualidade na Construção, São Paulo, ano II, n. 15, p. 45-46, men. 1999b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1: Edifícios habitacionais de até 5 pavimentos – Desempenho - Parte 1: Requisitos Gerais.** 1. ed. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6122: Projeto e Execução de Fundações.** 2. ed. Rio de Janeiro, 2010.

BAUERMAN, M. **Uma Investigação sobre o processo de projeto em edifícios de andares múltiplos em aço.** 2002. 254 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2002.

CREA-SP; IBAPE-SP. **Manual do Proprietário - A Saúde dos Edifícios.** São Paulo, 1998. 43 f.

FERREIRA, C. V.; LOBO, A. S.; RENOFIO, A. **Patologias em unidades de conjuntos habitacionais de Macatuba/SP.** XIV COBREAP - Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias, Salvador, BA, 2007. Anais em CD, 26p.

GRANDISKI, P. **Perícias Judiciais.** São Paulo: CREA-SP/IBAPE-SP, 1995. 1 v. 111 p.

GUTIERREZ, N. H. M.; VILAR, O. M.; NÓBREGA, M. T. **Condicionantes estruturais do colapso de um solo argiloso tropical oriundo de basalto no Norte do Paraná.** In: 5º Simpósio Brasileiro de Solos Não Saturados, 2004, São Carlos. São Carlos: ABMS - USP (São Carlos), 2004. 1 v. p. 439-444.

HELENE, P. **Manual para reparo, reforço e proteção de estruturas de concreto.** São Paulo: PINI, 1992. 215 p.

HELENE, P.; GARCIA, M.; NETO, C.S. **Fundações em Concreto: Projeto, Execução e Patologia.** In: SEFE V, 5º Seminário de Engenharia de Fundações Especiais e Geotecnia, 2004.

LOBO, A. S. **Colapsividade do solo de Bauru e sua influência em estacas de pequeno porte.** 1991. 211 p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos Universidade de São Paulo, São Carlos, 1991.

LOBO, A. S.; FERREIRA, C. V.; RENOFIO, A. **Muros de arrimo em solos colapsíveis provenientes do arenito Bauru: problemas executivos e influência em edificações vizinhas em área urbanas.** Acta Scientiarum, Maringá, v. 25, n. 2, p. 169-177. 2003a.

LOBO, A. S.; FERREIRA, C. V.; RENOFIO, A.; AGNELLI, N. **Patologias em edifícios apoiados em solo colapsível.** In: CONGRESSO NACIONAL DE PATOLOGIA EM ESTRUTURAS, UVA, Sobral, CE., mar 2003b. Anais em CD. 11p.

MELFI, A. J. **Lateritas e processos de laterização – Aula inaugural de 1994.** São Carlos: EESC/USP, 1994.

MELLO, V. F. B.; TEIXEIRA, A. H. **Fundações e obras de terra.** São Carlos: EESC/USP, 1971.

MILITITSKY, J.; CONSOLI, N. C.; SCHNAID, F. **Patologia das Fundações.** São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 207 p.

SAES, J. L. **Patologia das Fundações.** In: SEFE V - 5º SEMINÁRIO DE ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES ESPECIAIS E GEOTECNIA. São Paulo, 2004.

Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo: Sinduscon-SP. **Manual do comprador de imóvel na planta.** São Paulo: Sinduscon-SP, [ca. 2000].

SOUZA, V. C. M.; RIPPER, T. **Patologia, Recuperação e Reforço de Estruturas de Concreto.** 4. ed. São Paulo: PINI, 1998. 255 p.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação.** 1. ed. São Paulo: IPT/EPUSP/PINI, 1989. 194 p.

VAZ, F. L. **Classificação genética dos solos e dos horizontes de alteração de rocha em regiões tropicais.** Solos e Rochas, São Paulo: ABMS. n. 19, p. 117-136, ago. 1996.

Anexo A – Resumo das características dos imóveis.

Tabela 1 – Resumo das características dos imóveis do Conjunto Habitacional “A”.

Imóvel	Casa Tipo	Área Construída	R/A	Forro	Imóvel	Casa Tipo	Área Construída	R/A	Forro	Imóvel	Casa Tipo	Área Construída	R/A	Forro
Casa 1	"T3"	69,95 m ²	R/A	M	Casa 40	"T3"	65,82 m ²	A	M	Casa 79	"T3"	40,41 m ²	R/A	M/PVC
Casa 2	"T3"	40,41 m ²	R	NH	Casa 41	"T5"	47,19 m ²	R/A	M	Casa 80	"T3"	40,41 m ²	A	M
Casa 3	"T3"	40,41 m ²	R/A	M	Casa 42	"T3"	45,18 m ²	A	M	Casa 81	"T5"	57,54 m ²	A	M/PVC
Casa 4	"T3"	65,73 m ²	R/A	M	Casa 43	"T5"	47,19 m ²	R/A	M	Casa 82	"T5"	47,19 m ²	A	M
Casa 5	"T5"	47,19 m ²	A	NH	Casa 44	"T3"	40,41 m ²	R/A	M	Casa 83	"T3"	40,41 m ²	A	M
Casa 6	"T3"	40,41 m ²	R/A	M	Casa 45	"T5"	65,60 m ²	A		Casa 84	"T3"	40,41 m ²	R	M
Casa 7	"T3"	48,17 m ²	R/A	NH	Casa 46	"T5"	67,60 m ²	R/A	M	Casa 85	"T5"	47,19 m ²	R/A	M
Casa 8	"T5"	47,19 m ²	R/A	M	Casa 47	"T5"	67,60 m ²	R/A	M	Casa 86	"T3"	40,41 m ²	A	M
Casa 9	"T5"	47,19 m ²	A	NH	Casa 48	"T3"	40,41 m ²	R	M	Casa 87	"T5"	47,19 m ²	R/A	M
Casa 10	"T3"	40,41 m ²	IO	NH	Casa 49	"T3"	40,41 m ²	A	NH	Casa 88	"T5"	47,19 m ²	R/A	M
Casa 11	"T3"	40,41 m ²	IO	M	Casa 50	"T3"	40,41 m ²	R/A	M	Casa 89	"T5"	47,19 m ²	A	M
Casa 12	"T3"	40,41 m ²	A	NH	Casa 51	"T3"	40,41 m ²	R/A	M	Casa 90	"T3"	40,41 m ²	R/A	M/PVC
Casa 13	"T3"	40,41 m ²	R/A	M	Casa 52	"T3"	40,41 m ²	R/A	M	Casa 91	"T5"	47,19 m ²	R/A	M
Casa 14	"T3"	40,41 m ²	R/A	M	Casa 53	"T3"	40,41 m ²	R/A	NH	Casa 92	"T3"	40,41 m ²	R/A	M
Casa 15	"T3"	40,41 m ²	A	M	Casa 54	"T3"	40,41 m ²	R/A	M	Casa 93	"T5"	47,19 m ²	R/A	M
Casa 16	"T5"	47,19 m ²	R/A	M	Casa 55	"T5"	47,19 m ²	R/A	M	Casa 94	"T3"	40,41 m ²	A	M
Casa 17	"T5"	47,19 m ²	A	M	Casa 56	"T3"	40,41 m ²	R/A	M	Casa 95	"T3"	40,41 m ²	R/A	M
Casa 18	"T3"	47,19 m ²	IO	NH	Casa 57	"T3"	40,41 m ²	R/A	M	Casa 96	"T5"	47,19 m ²	R/A	M
Casa 19	"T3"	61,99 m ²	A	M	Casa 58	"T3"	40,41 m ²	IO	NH	Casa 97	"T5"	47,19 m ²	A	M
Casa 20	"T5"	47,40 m ²	R/A	M	Casa 59	"T3"	40,41 m ²	R/A	M	Casa 98	"T3"	40,41 m ²	A	M
Casa 21	"T3"	40,41 m ²	R	NH	Casa 60	"T3"	40,41 m ²	R/A	M	Casa 99	"T3"	40,41 m ²	R/A	M
Casa 22	"T3"	40,41 m ²	R/A	M	Casa 61	"T5"	47,19 m ²	R	M	Casa 100	"T3"	40,41 m ²	A	M
Casa 23	"T5"	47,19 m ²	R/A	M	Casa 62	"T3"	40,41 m ²	R/A	NH	Casa 101	"T3"	40,41 m ²	R/A	G
Casa 24	"T3"	40,41 m ²	R	M	Casa 63	"T3"	40,41 m ²	R/A	M	Casa 102	"T3"	40,41 m ²	A	M
Casa 25	"T5"	47,19 m ²	IO	NH	Casa 64	"T3"	40,41 m ²	R/A	M	Casa 103	"T3"	40,41 m ²	A	M
Casa 26	"T3"	40,41 m ²	A	NH	Casa 65	"T3"	40,41 m ²	R/A	M	Casa 104	"T3"	40,41 m ²	A	M
Casa 27	"T3"	40,41 m ²	IO	M	Casa 66	"T5"	47,19 m ²	A	M	Casa 105	"T3"	40,41 m ²	R/A	M
Casa 28	"T5"	47,19 m ²	IO	NH	Casa 67	"T3"	40,41 m ²	A	M	Casa 106	"T3"	40,41 m ²	A	M
Casa 29	"T3"	40,41 m ²	A	M	Casa 68	"T3"	40,41 m ²	R/A	M	Casa 107	"T5"	47,19 m ²	A	M
Casa 30	"T5"	47,19 m ²	A	NH	Casa 69	"T3"	40,41 m ²	R/A	M	Casa 108	"T3"	40,41 m ²	A	M
Casa 31	"T3"	40,41 m ²	IO	M	Casa 70	"T5"	83,19 m ²	A	M	Casa 109	"T3"	40,41 m ²	A	M
Casa 32	"T3"	40,41 m ²	R/A	M	Casa 71	"T3"	40,41 m ²	IO	M	Casa 110	"T5"	47,19 m ²	A	NH
Casa 33	"T3"	40,41 m ²	A	M	Casa 72	"T3"	40,41 m ²	R/A	M	Casa 111	"T5"	47,19 m ²	R/A	M
Casa 34	"T3"	68,97 m ²	A	M	Casa 73	"T5"	47,19 m ²	R/A	M	Casa 112	"T3"	40,41 m ²	A	M
Casa 35	"T3"	40,41 m ²	A	NH	Casa 74	"T3"	48,72 m ²	A	M	Casa 113	"T5"	47,19 m ²	A	L
Casa 36	"T3"	40,41 m ²	IO	NH	Casa 75	"T3"	40,41 m ²	A	M	Casa 114	"T3"	40,41 m ²	A	M
Casa 37	"T3"	40,41 m ²	R/A	M	Casa 76	"T3"	69,93 m ²	R/A	M	Casa 115	"T3"	40,41 m ²	A	M
Casa 38	"T3"	40,41 m ²	A	NH	Casa 77	"T5"	47,19 m ²	R/A	M	Casa 116	"T3"	40,41 m ²	A	M
Casa 39	"T3"	58,55 m ²	R/A	M	Casa 78	"T3"	40,41 m ²	R/A	M	Casa 117	"T3"	40,41 m ²	A	M

Legenda:

*A: Imóvel ampliado; R: Imóvel reformado; IO: Imóvel com características originais; R/A: Reformado e ampliado
M: Forro em madeira; G: Forro em gesso; L: Laje; PVC: Forro em PVC; NH: Não há forro*

Tabela 2 – Resumo das características dos imóveis do Conjunto Habitacional “B”.

Imóvel	Casa Tipo	Área Construída	R/A	Forro
Casa 1	"T3"	40,41 m ²	A	NH
Casa 2	"T5"	47,19 m ²	A	M
Casa 3	"T5"	47,19 m ²	IO	M
Casa 4	"T1"	33,62 m ²	IO	M
Casa 5	"T3"	40,41 m ²	IO	NH
Casa 6	"T3"	40,41 m ²	R/A	M
Casa 7	"T3"	40,41 m ²	R/A	M
Casa 8	"T3"	92,34 m ²	IO	NH
Casa 9	"T5"	47,19 m ²	R/A	M
Casa 10	"T3"	40,41 m ²	R/A	M
Casa 11	"T3"	40,41 m ²	R/A	M

Legenda:

A: Imóvel ampliado; **R:** Imóvel reformado; **IO:** Imóvel com características originais; **R/A:** Reformado e ampliado
M: Forro em madeira; **G:** Forro em gesso; **L:** Laje; **PVC:** Forro em PVC; **NH:** Não há forro

Tabela 3 – Resumo das características dos imóveis do Conjunto Habitacional “C”.

Imóvel	Casa Tipo	Área Construída	R/A	Forro	Imóvel	Casa Tipo	Área Construída	R/A	Forro	Imóvel	Casa Tipo	Área Construída	R/A	Forro
Casa 1	"T2"	102,00 m ²	R/A	NH	Casa 30	"T4"	122,40 m ²	A	M	Casa 59	"T2"	63,19 m ²	R/A	M/L
Casa 2	"T2"	33,75 m ²	R/A	M	Casa 31	"T4"	41,86 m ²	R/A	M	Casa 60	"T6"	61,51 m ²	R/A	M
Casa 3	"T6"	48,50 m ²	A	M	Casa 32	"T6"	48,50 m ²	A	M	Casa 61	"T6"	56,50 m ²	R/A	NH
Casa 4	"T2"	49,04 m ²	A	NH	Casa 33	"T2"	43,71 m ²	R/A	M	Casa 62	"T2"	33,75 m ²	R/A	M
Casa 5	"T2"	80,15 m ²	R/A	L	Casa 34	"T4"	41,86 m ²	R/A	NH	Casa 63	"T2"	73,27 m ²	R/A	M
Casa 6	"T2"	33,75 m ²	A	M	Casa 35	"T2"	33,75 m ²	A	NH	Casa 64	"T6"	48,50 m ²	R/A	M
Casa 7	"T4"	41,86 m ²	R/A	M	Casa 36	"T2"	33,75 m ²	R/A	M	Casa 65	BU-II-4-49	48,50 m ²	A	NH
Casa 8	"T4"	41,86 m ²	A	NH	Casa 37	"T4"	80,99 m ²	R/A	M	Casa 66	BU-II-4-49	48,50 m ²	A	NH
Casa 9	"T4"	41,86 m ²	R/A	M	Casa 38	"T2"	54,68 m ²	R/A	M	Casa 67	BU-II-4-49	48,50 m ²	A	NH
Casa 10	"T4"	62,33 m ²	A	M	Casa 39	"T6"	91,94 m ²	R/A	M	Casa 68	BU-II-4-49	48,50 m ²	A	NH
Casa 11	"T4"	41,86 m ²	R/A	M	Casa 40	"T4"	41,86 m ²	A	M	Casa 69	"T2"	33,75 m ²	A	NH
Casa 12	"T4"	60,32 m ²	R/A	NH	Casa 41	"T2"	33,75 m ²	A	M	Casa 70	"T2"	33,75 m ²	R/A	M
Casa 13	"T6"	64,25 m ²	A	NH	Casa 42	"T4"	49,57 m ²	A	NH	Casa 71	"T2"	33,75 m ²	A	M
Casa 14	"T2"	43,00 m ²	R/A	NH	Casa 43	"T2"	33,75 m ²	A	M	Casa 72	BU-II-4-49	48,50 m ²	A	NH
Casa 15	"T2"	43,00 m ²	A	M	Casa 44	"T2"	33,75 m ²	R/A	M	Casa 73	"T4"	41,66 m ²	A	NH
Casa 16	"T4"	52,00 m ²	R/A	NH	Casa 45	"T2"	54,34 m ²	R/A	NH	Casa 74	"T4"	41,66 m ²	R/A	NH
Casa 17	"T6"	48,00 m ²	R/A	NH	Casa 46	"T4"	101,45 m ²	A	M	Casa 75	"T4"	41,66 m ²	A	NH
Casa 18	"T4"	33,75 m ²	A	NH	Casa 47	"T6"	48,50 m ²	R/A	NH	Casa 76	"T2"	33,75 m ²	A	M
Casa 19	"T4"	41,86 m ²	R/A	NH	Casa 48	"T2"	121,76 m ²	R/A	M	Casa 77	"T2"	33,75 m ²	A	M
Casa 20	"T2"	73,44 m ²	R/A	L	Casa 49	"T2"	113,32 m ²	R/A	M	Casa 78	BU-II-4-49	48,50 m ²	A	M
Casa 21	"T2"	38,25 m ²	A	M	Casa 50	"T4"	53,24 m ²	R/A	M	Casa 79	"T2"	33,75 m ²	A	NH
Casa 22	"T2"	33,75 m ²	R/A	NH	Casa 51	"T4"	63,34 m ²	R/A	NH	Casa 80	"T2"	33,75 m ²	R/A	M
Casa 23	"T4"	56,44 m ²	R/A	NH	Casa 52	"T6"	48,50 m ²	R/A	M	Casa 81	"T2"	33,75 m ²	R/A	M
Casa 24	BU-I-4-48	79,90 m ²	R/A	M	Casa 53	"T2"	39,58 m ²	R/A	M	Casa 82	"T2"	33,75 m ²	A	M
Casa 25	"T2"	42,89 m ²	IO	NH	Casa 54	"T6"	70,33 m ²	R/A	NH	Casa 83	"T2"	33,75 m ²	R/A	M
Casa 26	"T2"	103,77 m ²	R/A	M	Casa 55	"T2"	48,00 m ²	R/A	M	Casa 84	"T4"	41,66 m ²	R/A	M
Casa 27	"T4"	41,37 m ²	A	M	Casa 56	"T6"	65,13 m ²	R/A	M	Casa 85	"T2"	33,75 m ²	A	M
Casa 28	"T2"	164,37 m ²	R/A	NH	Casa 57	"T4"	69,17 m ²	R/A	M	Casa 86	"T2"	33,75 m ²	R/A	M
Casa 29	"T2"	65,77 m ²	R/A	M	Casa 58	"T4"	52,16 m ²	R/A	M	Casa 87	"T4"	41,66 m ²	R/A	M

Legenda:

A: Imóvel ampliado; **R:** Imóvel reformado; **IO:** Imóvel com características originais; **R/A:** Reformado e ampliado
M: Forro em madeira; **G:** Forro em gesso; **L:** Laje; **PVC:** Forro em PVC; **NH:** Não há forro

Tabela 4 – Resumo das características dos imóveis do Conjunto Habitacional “D”, “E”, “F” e “G”.

Imóvel	Casa Tipo	Área Construída	Imóvel	Casa Tipo	Área Construída	Imóvel	Casa Tipo	Área Construída
Casa 1	"T3"	40,41 m ²	Casa 22	"T3"	40,41 m ²	Casa 43	"T5"	47,19 m ²
Casa 2	"T6"	48,50 m ²	Casa 23	"T6"	58,55 m ²	Casa 44	"T3"	40,41 m ²
Casa 3	"T4"	41,66 m ²	Casa 24	"T6"	65,82 m ²	Casa 45	"T3"	40,41 m ²
Casa 4	"T4"	41,66 m ²	Casa 25	"T5"	47,19 m ²	Casa 46	"T3"	40,41 m ²
Casa 5	"T6"	48,50 m ²	Casa 26	"T6"	45,18 m ²	Casa 47	"T3"	40,41 m ²
Casa 6	"T2"	33,75 m ²	Casa 27	"T5"	47,19 m ²	Casa 48	"T3"	40,41 m ²
Casa 7	"T4"	41,66 m ²	Casa 28	"T3"	40,41 m ²	Casa 49	"T5"	47,19 m ²
Casa 8	"T4"	41,66 m ²	Casa 29	"T3"	40,41 m ²	Casa 50	"T3"	40,41 m ²
Casa 9	"T2"	33,75 m ²	Casa 30	"T3"	40,41 m ²	Casa 51	"T5"	47,19 m ²
Casa 10	"T2"	33,75 m ²	Casa 31	"T5"	47,19 m ²	Casa 52	"T3"	40,41 m ²
Casa 11	"T2"	33,75 m ²	Casa 32	"T3"	40,41 m ²	Casa 53	"T3"	40,41 m ²
Casa 12	"T4"	41,66 m ²	Casa 33	"T5"	47,19 m ²	Casa 54	"T5"	47,19 m ²
Casa 13	"T2"	33,75 m ²	Casa 34	"T4"	41,66 m ²	Casa 55	"T3"	40,41 m ²
Casa 14	"T4"	41,66 m ²	Casa 35	"T2"	33,75 m ²	Casa 56	"T4"	41,66 m ²
Casa 15	"T2"	33,75 m ²	Casa 36	"T5"	47,19 m ²	Casa 57	"T6"	48,50 m ²
Casa 16	"T2"	33,75 m ²	Casa 37	"T5"	47,19 m ²	Casa 58	"T4"	41,66 m ²
Casa 17	"T4"	41,66 m ²	Casa 38	"T3"	40,41 m ²	Casa 59	"T2"	33,75 m ²
Casa 18	"T6"	68,97 m ²	Casa 39	"T5"	47,19 m ²	Casa 60	"T6"	48,50 m ²
Casa 19	"T3"	40,41 m ²	Casa 40	"T5"	47,19 m ²	Casa 61	"T6"	48,50 m ²
Casa 20	"T3"	40,41 m ²	Casa 41	"T3"	40,41 m ²			
Casa 21	"T3"	40,41 m ²	Casa 42	"T3"	40,41 m ²			

Tabela 5 – Resumo das características dos imóveis do Núcleo Residencial “H”.

Imóvel	Casa Tipo	Área Construída	Imóvel	Casa Tipo	Área Construída	Imóvel	Casa Tipo	Área Construída
Casa 1	"T6"	48,50 m ²	Casa 12	"T6"	48,50 m ²	Casa 23	"T4"	41,86 m ²
Casa 2	"T2"	33,75 m ²	Casa 13	"T6"	48,50 m ²	Casa 24	"T2"	33,75 m ²
Casa 3	"T4"	41,86 m ²	Casa 14	"T4"	41,86 m ²	Casa 25	"T4"	41,86 m ²
Casa 4	"T4"	41,86 m ²	Casa 15	"T6"	48,50 m ²	Casa 26	"T4"	41,86 m ²
Casa 5	"T2"	33,75 m ²	Casa 16	"T6"	48,50 m ²	Casa 27	"T4"	41,86 m ²
Casa 6	"T2"	33,75 m ²	Casa 17	"T4"	41,86 m ²	Casa 28	"T2"	33,75 m ²
Casa 7	"T2"	33,75 m ²	Casa 18	"T4"	41,86 m ²	Casa 29	"T4"	41,86 m ²
Casa 8	"T4"	41,86 m ²	Casa 19	"T2"	33,75 m ²	Casa 30	"T4"	41,86 m ²
Casa 9	"T4"	41,86 m ²	Casa 20	"T6"	48,50 m ²	Casa 31	"T4"	41,86 m ²
Casa 10	"T2"	33,75 m ²	Casa 21	"T2"	33,75 m ²	Casa 32	"T2"	33,75 m ²
Casa 11	"T2"	33,75 m ²	Casa 22	"T4"	41,86 m ²	Casa 33	"T6"	48,50 m ²

Tabela 6 – Resumo das características dos imóveis do Conjunto Habitacional “I”.

Imóvel	Casa Tipo	Área Construída	Imóvel	Casa Tipo	Área Construída	Imóvel	Casa Tipo	Área Construída
Casa 1	"T2"	33,75 m ²	Casa 15	"T4"	41,86 m ²	Casa 28	"T2"	33,75 m ²
Casa 2	"T2"	33,75 m ²	Casa 16	"T2"	33,75 m ²	Casa 29	"T4"	41,86 m ²
Casa 3	"T4"	41,86 m ²	Casa 17	"T6"	48,50 m ²	Casa 30	"T2"	33,75 m ²
Casa 4	"T4"	41,86 m ²	Casa 18	"T2"	33,75 m ²	Casa 31	"T4"	41,86 m ²
Casa 5	"T2"	33,75 m ²	Casa 19	"T4"	41,86 m ²	Casa 32	"T2"	33,75 m ²
Casa 6	"T2"	33,75 m ²	Casa 20	"T2"	33,75 m ²	Casa 33	"T2"	33,75 m ²
Casa 7	"T2"	33,75 m ²	Casa 21	"T2"	33,75 m ²	Casa 34	"T2"	33,75 m ²
Casa 8	"T2"	33,75 m ²	Casa 22	"T6"	48,50 m ²	Casa 35	"T2"	33,75 m ²
Casa 9	"T4"	41,86 m ²	Casa 23	"T4"	41,86 m ²	Casa 36	"T4"	41,86 m ²
Casa 10	"T6"	48,50 m ²	Casa 24	"T2"	33,75 m ²	Casa 37	"T2"	33,75 m ²
Casa 11	"T2"	33,75 m ²	Casa 25	"T4"	41,86 m ²	Casa 38	"T2"	33,75 m ²
Casa 12	"T4"	41,86 m ²	Casa 26	"T6"	48,50 m ²	Casa 39	"T6"	48,50 m ²
Casa 13	"T2"	33,75 m ²	Casa 27	"T2"	33,75 m ²	Casa 40	"T4"	41,86 m ²
Casa 14	"T4"	41,86 m ²						

Tabela 7 – Resumo das características dos imóveis do Conjunto Residencial “J”.

Imóvel	Casa Tipo	Área Construída	Imóvel	Casa Tipo	Área Construída	Imóvel	Casa Tipo	Área Construída
Casa 1	"T2"	33,75 m ²	Casa 25	"T2"	33,75 m ²	Casa 48	"T2"	33,75 m ²
Casa 2	"T6"	48,50 m ²	Casa 26	"T2"	33,75 m ²	Casa 49	"T6"	48,50 m ²
Casa 3	"T4"	41,86 m ²	Casa 27	"T4"	41,86 m ²	Casa 50	"T2"	33,75 m ²
Casa 4	"T4"	41,86 m ²	Casa 28	"T6"	48,50 m ²	Casa 51	"T4"	41,86 m ²
Casa 5	"T6"	48,50 m ²	Casa 29	"T2"	33,75 m ²	Casa 52	"T2"	33,75 m ²
Casa 6	"T4"	41,86 m ²	Casa 30	"T2"	33,75 m ²	Casa 53	"T6"	48,50 m ²
Casa 7	"T2"	33,75 m ²	Casa 31	"T2"	33,75 m ²	Casa 54	"T4"	41,86 m ²
Casa 8	"T2"	33,75 m ²	Casa 32	"T4"	41,86 m ²	Casa 55	"T6"	48,50 m ²
Casa 9	"T4"	41,86 m ²	Casa 33	"T4"	41,86 m ²	Casa 56	"T6"	48,50 m ²
Casa 10	"T4"	41,86 m ²	Casa 34	"T2"	33,75 m ²	Casa 57	"T4"	41,86 m ²
Casa 11	"T4"	41,86 m ²	Casa 35	"T4"	41,86 m ²	Casa 58	"T4"	41,86 m ²
Casa 12	"T4"	41,86 m ²	Casa 36	"T5"	47,19 m ²	Casa 59	"T6"	48,50 m ²
Casa 13	"T2"	33,75 m ²	Casa 37	"T2"	33,75 m ²	Casa 60	"T4"	41,86 m ²
Casa 14	"T4"	41,86 m ²	Casa 38	"T2"	33,75 m ²	Casa 61	"T4"	41,86 m ²
Casa 15	"T4"	41,86 m ²	Casa 39	"T4"	41,86 m ²	Casa 62	"T2"	33,75 m ²
Casa 16	"T6"	48,50 m ²	Casa 40	"T6"	48,50 m ²	Casa 63	"T4"	41,86 m ²
Casa 17	"T4"	41,86 m ²	Casa 41	"T2"	33,75 m ²	Casa 64	"T2"	33,75 m ²
Casa 18	"T4"	41,86 m ²	Casa 42	"T2"	33,75 m ²	Casa 65	"T2"	33,75 m ²
Casa 19	"T4"	41,86 m ²	Casa 43	"T2"	33,75 m ²	Casa 66	"T2"	33,75 m ²
Casa 20	"T4"	41,86 m ²	Casa 44	"T6"	48,50 m ²	Casa 67	"T6"	48,50 m ²
Casa 21	"T6"	48,50 m ²	Casa 45	"T6"	48,50 m ²	Casa 68	"T4"	41,86 m ²
Casa 22	"T2"	33,75 m ²	Casa 46	"T4"	41,86 m ²	Casa 69	"T2"	33,75 m ²
Casa 23	"T4"	41,86 m ²	Casa 47	"T2"	33,75 m ²	Casa 70	"T4"	41,86 m ²
Casa 24	"T2"	33,75 m ²						

Tabela 8 – Resumo das características dos imóveis do Conjunto Habitacional “K”.

Imóvel	Casa Tipo	Área Construída
Casa 1	"T6"	48,50 m ²
Casa 2	"T2"	33,75 m ²
Casa 3	"T2"	33,75 m ²
Casa 4	"T2"	33,75 m ²
Casa 5	"T2"	33,75 m ²
Casa 6	"T2"	33,75 m ²
Casa 7	"T2"	33,75 m ²
Casa 8	"T2"	33,75 m ²
Casa 9	"T4"	41,86 m ²
Casa 10	"T4"	41,86 m ²
Casa 11	"T2"	33,75 m ²
Casa 12	"T2"	33,75 m ²
Casa 13	"T4"	41,86 m ²

Tabela 9 – Resumo das características dos imóveis do Conjunto Habitacional “L”.

Imóvel	Casa Tipo	Área Construída	Imóvel	Casa Tipo	Área Construída	Imóvel	Casa Tipo	Área Construída
Casa 1	"T1"	33,62 m ²	Casa 20	"T3"	40,41 m ²	Casa 39	"T1"	33,62 m ²
Casa 2	"T3"	40,41 m ²	Casa 21	"T3"	40,41 m ²	Casa 40	"T1"	33,62 m ²
Casa 3	"T3"	40,41 m ²	Casa 22	"T5"	47,19 m ²	Casa 41	"T3"	40,41 m ²
Casa 4	"T3"	40,41 m ²	Casa 23	"T3"	40,41 m ²	Casa 42	"T5"	47,19 m ²
Casa 5	"T3"	40,41 m ²	Casa 24	"T1"	33,62 m ²	Casa 43	"T3"	40,41 m ²
Casa 6	"T3"	40,41 m ²	Casa 25	"T3"	40,41 m ²	Casa 44	"T1"	33,62 m ²
Casa 7	"T3"	40,41 m ²	Casa 26	"T5"	47,19 m ²	Casa 45	"T3"	40,41 m ²
Casa 8	"T3"	40,41 m ²	Casa 27	"T3"	40,41 m ²	Casa 46	"T3"	40,41 m ²
Casa 9	"T3"	40,41 m ²	Casa 28	"T3"	40,41 m ²	Casa 47	"T3"	40,41 m ²
Casa 10	"T3"	40,41 m ²	Casa 29	"T3"	40,41 m ²	Casa 48	"T3"	40,41 m ²
Casa 11	"T3"	40,41 m ²	Casa 30	"T3"	40,41 m ²	Casa 49	"T1"	33,62 m ²
Casa 12	"T3"	40,41 m ²	Casa 31	"T3"	40,41 m ²	Casa 50	"T3"	40,41 m ²
Casa 13	"T3"	40,41 m ²	Casa 32	"T3"	40,41 m ²	Casa 51	"T3"	40,41 m ²
Casa 14	"T3"	40,41 m ²	Casa 33	"T3"	40,41 m ²	Casa 52	"T3"	40,41 m ²
Casa 15	"T1"	33,62 m ²	Casa 34	"T1"	33,62 m ²	Casa 53	"T3"	40,41 m ²
Casa 16	"T3"	40,41 m ²	Casa 35	"T3"	40,41 m ²	Casa 54	"T3"	40,41 m ²
Casa 17	"T5"	47,19 m ²	Casa 36	"T3"	40,41 m ²	Casa 55	"T3"	40,41 m ²
Casa 18	"T3"	40,41 m ²	Casa 37	"T3"	40,41 m ²	Casa 56	"T3"	40,41 m ²
Casa 19	"T1"	33,62 m ²	Casa 38	"T3"	40,41 m ²	Casa 57	"T3"	40,41 m ²

Imóvel	Casa Tipo	Área Construída	Imóvel	Casa Tipo	Área Construída	Imóvel	Casa Tipo	Área Construída
Casa 58	"T3"	40,41 m ²	Casa 92	"T1"	33,62 m ²	Casa 125	"T3"	40,41 m ²
Casa 59	"T3"	40,41 m ²	Casa 93	"T3"	40,41 m ²	Casa 126	"T1"	33,62 m ²
Casa 60	"T5"	47,19 m ²	Casa 94	"T5"	47,19 m ²	Casa 127	"T3"	40,41 m ²
Casa 61	"T3"	40,41 m ²	Casa 95	"T3"	40,41 m ²	Casa 128	"T3"	40,41 m ²
Casa 62	"T3"	40,41 m ²	Casa 96	"T3"	40,41 m ²	Casa 129	"T5"	47,19 m ²
Casa 63	"T3"	40,41 m ²	Casa 97	"T3"	40,41 m ²	Casa 130	"T3"	40,41 m ²
Casa 64	"T3"	40,41 m ²	Casa 98	"T3"	40,41 m ²	Casa 131	"T3"	40,41 m ²
Casa 65	"T3"	40,41 m ²	Casa 99	"T5"	47,19 m ²	Casa 132	"T3"	40,41 m ²
Casa 66	"T3"	40,41 m ²	Casa 100	"T5"	47,19 m ²	Casa 133	"T3"	40,41 m ²
Casa 67	"T3"	40,41 m ²	Casa 101	"T3"	40,41 m ²	Casa 134	"T3"	40,41 m ²
Casa 68	"T1"	33,62 m ²	Casa 102	"T1"	33,62 m ²	Casa 135	"T1"	33,62 m ²
Casa 69	"T3"	40,41 m ²	Casa 103	"T3"	40,41 m ²	Casa 136	"T5"	47,19 m ²
Casa 70	"T1"	33,62 m ²	Casa 104	"T3"	40,41 m ²	Casa 137	"T1"	33,62 m ²
Casa 71	"T5"	47,19 m ²	Casa 105	"T3"	40,41 m ²	Casa 138	"T1"	33,62 m ²
Casa 72	"T3"	40,41 m ²	Casa 106	"T3"	40,41 m ²	Casa 139	"T3"	40,41 m ²
Casa 73	"T3"	40,41 m ²	Casa 107	"T3"	40,41 m ²	Casa 140	"T3"	40,41 m ²
Casa 74	"T3"	40,41 m ²	Casa 108	"T3"	40,41 m ²	Casa 141	"T3"	40,41 m ²
Casa 75	"T3"	40,41 m ²	Casa 109	"T5"	47,19 m ²	Casa 142	"T3"	40,41 m ²
Casa 76	"T1"	33,62 m ²	Casa 110	"T3"	40,41 m ²	Casa 143	"T3"	40,41 m ²
Casa 77	"T1"	33,62 m ²	Casa 111	"T1"	33,62 m ²	Casa 144	"T3"	40,41 m ²
Casa 78	"T1"	33,62 m ²	Casa 112	"T3"	40,41 m ²	Casa 145	"T3"	40,41 m ²
Casa 79	"T3"	40,41 m ²	Casa 113	"T5"	47,19 m ²	Casa 146	"T3"	40,41 m ²
Casa 80	"T1"	33,62 m ²	Casa 114	"T3"	40,41 m ²	Casa 147	"T3"	40,41 m ²
Casa 81	"T1"	33,62 m ²	Casa 115	"T1"	33,62 m ²	Casa 148	"T3"	40,41 m ²
Casa 82	"T3"	40,41 m ²	Casa 116	"T5"	47,19 m ²	Casa 149	"T3"	40,41 m ²
Casa 83	"T3"	40,41 m ²	Casa 117	"T1"	33,62 m ²	Casa 150	"T3"	40,41 m ²
Casa 84	"T3"	40,41 m ²	Casa 118	"T3"	40,41 m ²	Casa 151	"T3"	40,41 m ²
Casa 85	"T3"	40,41 m ²	Casa 119	"T3"	40,41 m ²	Casa 152	"T3"	40,41 m ²
Casa 86	"T3"	40,41 m ²	Casa 120	"T3"	40,41 m ²	Casa 153	"T5"	47,19 m ²
Casa 87	"T3"	40,41 m ²	Casa 121	"T1"	33,62 m ²	Casa 154	"T3"	40,41 m ²
Casa 88	"T1"	33,62 m ²	Casa 122	"T3"	40,41 m ²	Casa 155	"T3"	40,41 m ²
Casa 89	"T1"	33,62 m ²	Casa 123	"T3"	40,41 m ²	Casa 156	"T3"	40,41 m ²
Casa 90	"T3"	40,41 m ²	Casa 124	"T3"	40,41 m ²	Casa 157	"T1"	33,62 m ²
Casa 91	"T1"	33,62 m ²						